N° 13 15 JUILLET 1932

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Fondateur : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — Directeur : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

Directeur : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Sciences naturelles.

La fécondation des fleurs par l'intermédiaire des chauves-souris.

En 1922, le Prof. Otto Porsch, dans une étude sur la biologie florale, avait admis l'existence, dans les régions tropicales, de fleurs visitées par les chauves-souris. Successivement, ces visites furent observées pour six espèces de fleurs, mais sans qu'il fût possible d'établir une correspondance régulière entre la structure et la physiologie de la fleur, d'une part, la forme du corps et les habitudes de la chauve-souris d'autre part. Dans un cas même, celui du *Freycinetia*, des observations faites à Java montrent que la chauve-souris agit comme déprédateur et que seuls de petits oiseaux qui visitent la même fleur servent de pollinisateurs.

Au cours d'une expédition scientifique au Costa-Rica en 1930, M. Porsch[1] a eu l'occasion d'étudier de plus près ce curieux problème. Il a reconnu sur deux plantes, le *Crescentia cujete* et le *C. alata*, la visite régulière d'une chauve souris particulièrement adaptée, le *Glossophaga soricina*, et son intervention dans la pollinisation des fleurs; le même fait a été observé ensuite sur une espèce costaricienne de *Thecophyllum*.

Une étude détaillée des dispositifs floraux des plantes tropicales a ensuite conduit le savant autrichien à reconnaître l'existence de types de fleurs qui, d'après leur structure et les conditions de vie de la fleur, ne peuvent s'expliquer que comme « fleurs à chauves-souris ».

Leurs caractéristiques communes sont : apogée de la vie de la fleur dans l'obscurité de la nuit, odeur forte caractéristique, richesse particulière en nectar, très large ouverture de la fleur, et grosseur de la fleur en rapport avec le volume du corps du pollinisateur. Par la réunion de ces caractéristiques, ces fleurs se distinguent radicalement des fleurs visitées par les essaims d'insectes crépusculaires.

Sur la base de ces faits, l'auteur admet comme certaine, ou tout au moins très vraisemblable, la visite par les chauves-souris d'un assez grand nombre de fleurs tropicales qui s'ouvrent la nuit. En parcourant d'autre part la littérature zoologique, il a trouvé des indications qui permettent de ranger parmi les chauves-souris visiteuses de fleurs les genres *Durio*, *Ceiba*, *Bombax*, *Oroxylum*, *Melaleuca*, *Caryocar*.

A côté des oiseaux connus pour visiter et polliniser les fleurs pendant le jour, il faut donc ranger un mammifère, la chauve-souris, qui les visite et les pollinise pendant la nuit.

L. Br.

***

L'emploi de pulvérisations pour la destruction des moustiques.

Les moustiques, lorsqu'ils se développent en grandes quantités, constituent pour la population de beaucoup de pays, en particulier des régions tropicales, un véritable désagrément, sans compter le

1. *Anzeiger der Akad. der Wiss. in Wien, Math.-Naturwiss. Klasse*, 1931, n° 3.

danger permanent qu'ils représentent de transmettre certaines maladies comme la malaria, la dengue et la fièvre jaune.

On lutte de diverses façons contre le fléau des moustiques : en les empêchant de se reproduire par la suppression des conditions qui favorisent leur développement; en prévenant leur entrée dans les habitations en munissant les ouvertures de celles-ci de grillages à mailles très fines; en utilisant des lits recouverts de moustiquaires. Mais tous ces moyens se heurtent à de nombreuses difficultés ou ne peuvent être appliqués sur une grande échelle.

On a aussi essayé de détruire les moustiques qui ont pénétré à l'intérieur des habitations au moyen de pulvérisations de liquides divers; mais ceux-ci ont surtout un effet répulsif sur ces insectes, ou s'ils les étourdisséent pendant quelque temps, ils ne les tuent pas, et les moustiques reprennent bientôt leur activité.

Deux médecins américains du Bureau de recherches du Département médical de l'Armée, aux Iles Philippines, MM. R.-L. Holt et J.-H. Kintner, préoccupés de protéger contre les moustiques les malades des hôpitaux de Manille, ont recherché une préparation susceptible de détruire réellement les moustiques par pulvérisation dans des salles assez étendues, sans exercer d'action toxique sur les malades [1].

L'appareil employé était un compresseur à air à commande électrique actionnant un pulvérisateur ordinaire à peinture, qui projetait le liquide insecticide au voisinage du plafond sous forme d'un fin brouillard. Cinq minutes avant la projection, on mettait en liberté dans la salle 100 moustiques de l'espèce *Aëdes ægypti*, qui se dispersaient aussitôt. Toutes les ouvertures de la salle étaient garnies de grillages à mailles très fines. Le sol était recouvert de papier blanc pour faciliter la récolte des insectes morts. La toxicité du liquide pulvérisé était déterminée par son effet sur le personnel présent et sur des souris blanches enfermées dans une cage. L'action insecticide était mesurée par le nombre de moustiques trouvés inanimés au bout de 2 h. et n'ayant pas repris vie 24 h. après.

De nombreux liquides furent expérimentés.

1° Huile d'eucalyptus, 9; salicylate de méthyle, 18; huile de citronnelle, 50; kérosène, q. s. p. 1.000. A la dose de 1 cm³ dans 3 pieds cubes, effets toxiques modérés; action insecticide 14 %.

2° Tétrachlorure de carbone, 12,5; salicylate de méthyle, 25; naphtaline, 30; kérosène, q. s. 1.000. A la dose de 1 cm³ dans 30 pieds cubes, effets toxiques notables; action insecticide, 13 %.

3° Salicylate de méthyle, 25; poudre de pyrèthre fraîche, 60; kérosène, q. s. p. 1.000 (le mélange de pyrèthre et de kérosène est d'abord agité pendant 2 h., puis filtré; on ajoute ensuite le salicylate). A la dose de 1 cm³ pour 30 pieds cubes, pas d'effets toxiques; action insecticide, 29 %.

4° Tétrachlorure de carbone, 12,5; salicylate de méthyle 25; poudre de pyrèthre, 60; kérosène, q. s. p. 1.000. A la dose de 1 cm³ pour 30 pieds cubes, effets toxiques légers; action insecticide, 24 %.

Les résultats obtenus avec les deux derniers mélanges ayant convaincu les auteurs que les principes actifs du pyrèthre étaient les agents insecticides les plus forts, ils recherchèrent un meilleur solvant pour ces derniers, et ils expérimentèrent successivement le sulfure de carbone et l'acétone 120 cm³ de ces corps furent agités pendant 2 h. avec 60 gr. de poudre de pyrèthre, et le filtrat mélangé avec du kérosène pour faire 1.000 cm³.

La pulvérisation du premier liquide, à la dose de 1 cm³ dans 85 pieds cubes, produit déjà un effet toxique très appréciable et son odeur est particulièrement désagréable; mais l'action insecticide est de 95 %. La pulvérisation du liquide acétonique est toxique à la dose de 1 cm³ pour 72 pieds cubes, et l'action insecticide est totale (100 %).

En plus de leur toxicité pour les personnes présentes, les deux liquides précédents présentent des dangers d'incendie et d'explosion. Aussi MM. Holt et Kintner se mirent-ils à la recherche d'un autre dissolvant des principes du pyrèthre, et ils l'ont trouvé dans le chloroforme, qui ne présente aucun des inconvénients précédents. Le liquide préparé dans les mêmes conditions que ci-dessus et pulvérisé n'est pas toxique, même à la dose de 1 cm³ dans 10 pieds cubes d'air.

Une expérience faite en grand sur une salle d'hôpital de 98.000 pieds cubes et renfermant 43 malades a donné les résultats suivants : A la dose de 1 cm³ pour 26 pieds cubes, les malades ne formulèrent aucune plainte; sur 100 moustiques mis en liberté dans une cage au centre de la salle, 90 furent retrouvés morts sur le sol au bout de 30 minutes, et 3 autres un peu plus tard. L'action insecticide a donc été de 93 %. L'expérience a été répétée plusieurs fois dans des salles plus petites avec des résultats identiques.

La technique paraît donc aujourd'hui en possession d'une pulvérisation très efficace contre les moustiques et non toxique pour l'homme.

L. B.

1. *The Philippine Journal of Science*, t. XLVIII, n° 4, pp. 433-438; avril 1932.

***

Le mouton de Boukhara.

Le mouton disparaît de notre pays. On évalue à 50 millions la population ovine de la France il y a un siècle, à 9 millions seulement cette population aujourd'hui.

Le mal est si grand que l'on se préoccupe de planter en sapins les 50.000 hectares du plateau de Millevaches, où la bruyère ne sert plus d'aliment aux nombreux ovins d'autrefois.

C'est surtout par manque de bergers et de bergères que le mouton disparaît. Cet emploi n'est plus

regardé comme assez rémunérateur, mais les propriétaires de troupeaux préfèrent disperser leurs bêtes que de grever leur budget par des accroissements de salaires, d'autant que leurs ressources ont subi d'importantes diminutions du fait de la baisse excessive des prix des laines.

Il en résulte que quelques éleveurs ont envisagé l'acclimatation en France d'une race spécialement rémunératrice et ont essayé le mouton de Boukhara, qui outre sa valeur en viande et en cuir, identique à celle du mouton indigène, est susceptible de donner des agneaux, dont la fourrure, connue sous le nom général d'Astrakan, peut atteindre 150 francs. Ces agneaux étant sacrifiés jeunes, vers l'âge de 20 jours, le lait des mères vient encore augmenter les recettes.

Mais le mouton de Boukhara se trouve dépaysé à tel point en France, que son élevage a donné de très graves mécomptes : c'est à grand peine que des spécialistes ont pu sauver un petit nombre des sujets importés. Un moment, on a pu croire que l'élevage était impossible, quand on s'avisa de croiser le Boukhara avec des brebis indigènes. Les agneaux métis obtenus sont, en petit nombre, du type Boukhara; quelques fourrures de la première génération sont marchandes; à la seconde génération, croisement d'un bélier Boukhara avec des brebis métisses, le nombre d'agneaux à fourrure marchande augmente, et il augmente de génération en génération, le reproducteur étant toujours un Boukhara pur-sang, et les brebis étant de plus en plus riches en sang Boukhara: la loi de Mendel joue.

On arrive ainsi à créer une race vivant facilement en France, sans cesse rapprochée du Boukhara par ces béliers.

Des spécialistes élèvent les béliers, des éleveurs ordinaires, simplement soigneux, croisent incessamment ces béliers avec des brebis améliorées d'une génération à l'autre. Au bout de cinq générations, la très grande majorité des agneaux ont des fourrures du type Boukhara, et le revenu du troupeau est ainsi augmenté d'un tiers.

Cependant, certaines conditions de vente doivent être observées. Il faut de 4 à 30 peaux d'agneaux pour constituer une fourrure, col ou manteau. Or ces peaux sont très diverses les unes des autres, tant par la couleur, que par le frisage plus ou moins accentué, plus ou moins fin. Ici le fourreur intervient pour réunir ensemble les peaux semblables. Il doit donc disposer de lots de peaux importants; l'expérience a montré que ces lots doivent être d'environ 200 unités, de qualités diverses. Si le producteur vend ses peaux aux ramasseurs qui courent la campagne, il y a grande chance que les lots recherchés par les fourreurs ne seront pas constitués. Un organisme central d'achat est nécessaire, et il est en effet, sinon formé, du moins en voie de formation.

Les éleveurs de moutons des Alpes et du Massif Central ont tout intérêt à se documenter sur ces questions, qui peuvent les amener à reprendre sur de nouvelles bases un élevage en voie de disparition. Non pas que les bénéfices à attendre soient fabuleux, mais seulement très rémunérateurs, car l'astrakan et ses diverses variétés, est une fourrure de fond, qui ne subit guère les fluctuations de la mode.

Ils trouveront toute documentation utile dans un ouvrage récemment publié par la Société Nationale d'Aclimation de France et qui a précisément pour titre : « Le mouton de Boukhara ».

B. M.

§ 2. — Sciences médicales.

Test de la température en psycho-physiologie humaine.

Nous avons laissé pressentir dans un premier article que les courbes de température de l'homme, telles qu'elles sont décrites dans les traités classiques de physiologie ne correspondent nullement aux observations précises que chacun pourrait faire sur soi-même. Il suffit de suivre, à l'aide d'une bonne méthode de psycho-physiologique, un phénomène (la température centrale) dans sa continuité, pendant plusieurs années de suite, pour être persuadé de l'enchevêtrement des causes qui, à chaque moment de la durée, ont leur mot à dire. Sous peine de rompre l'harmonie organique, c.-à-d. en quelque manière d'intervenir dans la dérégulation des fonctions, une cause déterminée doit se joindre, s'adapter, s'amalgamer aux innombrables effets des autres causes intra ou extraorganiques. Il est impossible de séparer la vie végétative des velléités motrices qui se dessinent même dans le sommeil le plus profond et la motilité est imprégnée de la puissance directrice qui arrive parfois des sphères les plus élévées du psychisme. L'apport végétatif, l'apport moteur, l'apport psychique s'emboîtent d'abord, se pénètrent ensuite, se fusionnent enfin en un tout indissociable. Les nécessités didactiques m'obligeront à faire des distinctions. On pourra corriger les allégations artificielles du début de mon exposé quand on m'aura suivi avec attention jusqu'au dernier alinéa de ce mémoire. Pour le moment j'espère que le lecteur m'excusera d'être obligé de plier le discours aux artifices du schéma.

Les concepts du Jour et de la Nuit ont une signification astronomique, mais ils nuisent en Biologie. Par définition les rythmes biologiques présentent une alternance; cette alternance s'adapte mais elle ne se moule pas sur les alternances du milieu cosmique. La vie est un flux d'énergie qui se ralentit périodiquement après s'être manifesté. Il ne faudrait pas dépasser cette désignation générale. Les physiologistes, par désir de rationaliser la vérité, ont décrit la courbe thermique du jour s'opposant à la courbe de la nuit; ils eussent pu, sans simuler l'expérimentation, tracer une sinusoïde et s'écrier triomphalement : voilà la représentation de la température de l'homme! Un seul exemple suffira à établir l'inanité de cette exclamation. Quand on traverse l'équateur ou quand on séjourne dans une zone tropicale, il arrive souvent que les courbes thermiques

soient complètement décapitées au cours de la journée solaire. Dès que le soleil brusquement disparaît, comme cela se produit dans ces régions du globe terrestre, surtout si une brise légère euphorise l'organisme, on voit cette courbe décapitée le jour, prendre une certaine envergure de 19 à 24 heures. La revivification du substratum végétatif s'accompagne d'un élan vers la motilité; elle est bientôt suivie d'expansions neuro-motrices. Simultanément le champ de la conscience s'élargit plus ou moins vite suivant les conditions. Les trois plans biologiques forment un ruban qui se déroule..., les fonctions végétatives se débrident les premières au contact d'une ambiance devenue favorable à sa vitalité propre. L'impulsion motrice jaillit ensuite. Le couronnement mental, plus ou moins réussi, achève l'harmonie totale de l'organisme.

Nous aurons à étudier successivement, par nécessité didactique, le test thermique dans ses relations avec :

1° les fonctions végétatives;
2° les fonctions neuro-motrices;
3° les fonctions mentales.

Test thermique et fonctions végétatives.

Si l'observation superficielle montre que tout cycle d'ascension thermique correspond à l'extériorisation de la motilité, personne ne peut nier, malgré ce fait apparent, que la motilité prend racine dans une activité métabolique préexistante. Les recherches modernes sur le métabolisme basal sont illusoires et trompeuses; elles tendent à cataloguer les individus d'après le chiffre de leur métabolisme de fond. Dans tout ce qui participe à la vie, un fait stable est bientôt controuvé. L'erreur des savants américains provient de l'impossibilité de suivre, avec des techniques compliquées, un processus physiologique d'une manière suivie : on lance des coups de sonde à certains moments mais il serait impraticable d'inscrire le phénomène dans sa continuité. La thermométrie est moins précise que la calorimétrie et le dosage des gaz pulmonaires; du moins offre-t-elle la possibilité d'inscrire les variations de la température aux différents moments, psycho-physiologiquement définis, de la durée. En suivant le flux de la vie, sans idée doctrinale préconçue, pendant plusieurs années de suite, on acquiert la conviction qu'il existe trois sortes de températures minima chez l'homme.

a) la minima du sommeil;

b) la température du réveil et de l'assoupissement;

c) les températures du repos au cours de l'état de veille.

a) *La minima du sommeil.* La minima fixe que décrivent les physiologistes n'existe pas. La minima du sommeil caractérise une période de vie. Quand un individu a donné pendant l'état de veille l'expansion attendue par sa possibilité fonctionnelle la détente du sommeil est complète. J'ai pu, étant réveillé par piqûre de moustique, saisir des minima en plein sommeil inférieures d'un degré à la température du réveil. Par contre, dans les nombreuses variété de sommeils légers que j'ai éprouvés, j'ai noté des différences de trois dixièmes de degré seulement. J'ai rédigé un long travail sur le réveil et l'endormement. Depuis cinq ans ce travail a été refusé par les journaux de médecine, où je l'avais laissé tomber, sans doute parce que je cherchais à démontrer que l'invention des hypnotiques fait plus de mal que de bien. L'insomnie — sauf le cas de maladie organique grave — est le résultat de l'aberration de nos mœurs antinaturelles. Les hypnotiques aggravent les cercles vicieux où nous nous enfermons. La recherche d'une meilleure adaptation de notre vitalité aux circonstances de la vie amènerait la détente et la chute de température nécessaire au sommeil. La question de l'insomnie ne ressortit pas à la pharmacodynamie mais à une morale biologique mieux comprise.

b) *La température du réveil et de l'assoupissement.* Pour faire une étude complète de la température, je recommande aux débutants de s'exercer à prendre la température au moment du réveil. Cela est plus délicat qu'on ne pense car les demi-réveils précèdent le réveil complet et en peu de temps, dans ce moment biologique capital, de grandes modifications peuvent se produire. En 1929 j'ai consulté les registres de l'hôpital des Enfants-Assistés où l'infirmier note les températures des enfants au réveil. Dans un hôpital la discipline est nécessaire. Mais toute règle, sauf sa règle personnelle, est contraire à l'observation psycho-physiologique. Les règles sont les contraintes du rythme normal de la vie. L'infirmier arrive à l'heure réglementaire et prend en série la température des enfants. Mais ces enfants, depuis plus ou moins longtemps, peuvent avoir éprouvé le besoin de se lever; par discipline ils sont restés au lit, se retournant en tous sens, parfois angoissés du martyre qu'ils supportent. Les registres portant des milliers de températures au réveil, sont donc dépourvus de valeur au point de vue psycho-physiologique où je me place.

La température au réveil, lorsque le réveil se produit franchement, est intéressant parce qu'elle indique la température minima compatible avec le rendement neuro-moteur de l'organisme, dans une période de vie déterminée. Quand mes dispositions individuelles ne sont pas trop brutalement contrecarrées par les impératifs sociaux, j'ai souvent constaté la même température avant l'ouverture des yeux au réveil et avant la fermeture des yeux dans la période d'assoupissement le soir. Ainsi quand l'harmonisation des rythmes est correcte, les températures propres à l'élan de veille et au sommeil sont sensiblement analogues. Une bonne observation psycho-physiologique est nécessaire pour interpréter les courbes; la température étant le nœud entre fonction de nutrition et fonctions de relation de nombreuses causes d'ordres nutritif ou nerveux viennent établir un écart entre la température du réveil et de l'assoupissement mais on trouvera dans l'observation les raisons pour lesquelles l'une ou l'autre de ces températures est exhaussée ou rabaissée. Il n'en reste pas moins acquis que dans une harmonisation

régulière des rythmes, le réveil et le sommeil sont indiqués par une même température. Cela veut dire que l'individu possède à sa disposition, au cours de l'état de veille, une certaine quantité d'énergie; quand cette quantité est dépensée il est temps que l'individu s'endorme. En dix ans, j'ai noté au réveil de 36°,2 à 36°,8 suivant les circonstances immédiates ou périodiques de ma vie (je dois spécifier que j'ai changé plusieurs fois toutes mes habitudes antérieures pour m'adapter soit à une ambiance soit à une société nouvelles). Je citerai plus loin des exemples concrets qui permettront de comprendre pourquoi ces chiffres se déplacent avec une aussi grande amplitude.

c) *Les températures du repos au cours de l'état de veille.* Après le démarrage du réveil, j'éprouve le besoin de marcher, je marche et ma température s'élève; suivant l'état fonctionnel de mon organisme je marcherai plus ou moins longtemps en conservant le sentiment d'euphorie particulier qui accompagne la satisfaction d'un besoin naturel. Tôt ou tard je ralentirai le pas puis j'éprouverai le besoin de m'arrêter. Le cycle thermique à ce moment est au sommet de sa courbe. Si après cette expansion neuro-motrice je m'allonge pour me reposer la température baissera et, à un moment précis, j'éprouverai de l'agacement à rester ainsi allongé immobile. J'ai souvent remarqué, lorsque les circonstances me permettaient de poursuivre ce genre d'expérience, que le moment d'agacement correspondait à une température variable mais à une température limite. Si je persiste, malgré l'avertissement psychologique, dans la position de repos la température cessera de baisser, elle formera pendant un certain temps plateau puis elle se relèvera spontanément, sans aucune manifestation motrice. Les points marqués sur la courbe depuis le moment où j'ai arrêté la marche représentent des moments pleins de vie. Tantôt ces points en s'alignant forment une verticale, tantôt une ligne en pente douce. Tantôt le plateau, marquant la limite minima, est long tantôt ce plateau se relève aussitôt après un court temps d'arrêt, comme si le bouillonnement intérieur me poussait à agir de nouveau.

Au cours de l'état de veille, plusieurs cycles neuromoteurs se dessinent; chacun présente un point déclive. En réunissant les points déclives on obtient une ligne qui délimite avec la ligne joignant la température du réveil à la température de l'assoupissement l'aire de l'énergie minima à l'état de veille. Cette zone possède un plancher et un plafond : la distance qui sépare le plancher du plafond a une signification que nous essaierons de dégager dans un instant.

Exemples concrets servant à montrer comment la température peut servir de test aux fonctions végétatives.

Les points de la température minima ont une certaine relation entre eux; le déplacement des uns commande le déplacement des autres. Mais une courbe de température au dessin le plus bizarre ne pourra jamais entièrement livrer son secret; elle peut être l'aboutissant de causes très diverses; elle est la représentation d'une résultante. Elle peut seulement servir de test illustrant une observation psycho-physiologique.

L'exemple concret le plus simple m'est fourni par un cas d'inhibition de la motilité. J'ai pu obtenir des courbes curieuses, dont j'ai présenté un type dans mon précédent article, en naviguant sur une vieille carcasse de navire, le *Circassie*, qui roulait comme aucun autre navire en Méditerranée et en Atlantique. Le roulis détermine sur moi une inhibition des velléités motrices; grâce à ce mécanisme de défense j'évite le mal de mer et, étendu sur une couchette, je reste capable de lire les livres les plus ardus. Les courbes de température, dans ces conditions exceptionnelles oscillent à peine et restent figées dans la zone de température minimum. Suivant l'amélioration de l'état nutritif délabré au départ, je voyais simultanément la température du réveil s'élever et la zone d'énergie minima s'élargir. Remarquons, en passant, que le travail intellectuel (je spécifie intelligence dépouillée de sentiment) ne détermine aucun effet sur la courbe.

C'est en général à l'épreuve de l'activité neuromusculaire qu'on a l'occasion de juger la valeur fonctionnelle de l'organisme. En revoyant mes courbes de température des six dernières années je remarque un rythme très fréquent. Après une période de surmenage, de suralimentation, ou même de vie mondaine parisienne je constate, en me retirant à la campagne, que ma courbe de température, les premiers jours tant que persistent les vestiges asthénigènes dans mon organisme, reprend peu à peu de l'envergure et de la tenue en même temps que l'énergie musculaire se rétablit. Les saillies et les creux de la courbe thermique sont très différents dans ces deux périodes successives. Dans la première période une ou plusieurs fois dans la journée la courbe s'effondre et se trouve ramenée exceptionnellement à la température du réveil mais très souvent à 2 ou 3 dixièmes de degré de cette température. Températures du réveil et de l'assoupissement basses; température du sommeil relativement élevée. Dans la deuxième période la température du réveil s'élève et la zone d'énergie minima est représentée par 5 ou 6 dixièmes de degré. La température du sommeil s'abaisse. Dans ce dernier cas le plancher thermique est élevé et le plafond solide. Dans l'autre cas le plafond tombe sur un plancher, d'ailleurs abaissé; ils se confondent tous deux quand l'asthénie est grande. Cette description a un intérêt parce qu'elle apporte un test énergétique au tableau clinique connu des médecins. Dans l'insuffisance hépatique légère, dont je suis atteint, le rythme psycho-neuro-musculaire est très particulier. Les auto-intoxications, d'origine hépatique, provoquent des phases d'asthénie plus ou moins rapprochées. Dans ces phases, dès le réveil, le démarrage se fait mal : aucun entrain ne pousse à l'action, attitudes et gestes

manquent de tonicité; la démarche est à la fois lourde et traînante. Après les repas l'asthénie s'étend de la maussaderie à la torpeur en passant par la somnolence ou le sommeil. La période d'assoupissement est brusque et s'accompagne du sentiment de l'anéantissement des forces musculaires. Le rétrécissement du champ de la conscience suit de près la fuite de l'énergie motrice. La frugalité, le grand air, la calme ambiance, l'exercice méthodiquement augmenté de jour en jour permettent de modifier complètement le rythme de vie. Le démarrage au réveil se fait mieux, l'attention aussi bien que le tonus musculaire se dégagent plus précocement au cours de la matinée. Aucun malaise l'après-midi; pas le moindre effondrement dans la soirée. La courbe thermique et spécialement les minima thermiques rendent parfaitement compte de ce tableau clinique. Mais, je le répète à dessein, d'autres dérégulations pourront entraîner la formation de courbes thermiques analogues. Le seul fait auquel je veux en venir est le suivant : les syndromes cliniques sont des dérégulations du rythme de la vie; on ne peut rétablir un rythme en avalant une potion ou en déglutissant une pilule. Seule une lutte d'astuce pourra rétablir un rythme démonté. Par tâtonnements, chacun doit découvrir les règles de vie personnelle capables à la longue de réaliser la réharmonisation des rythmes. Dans un grand nombre de cas la médecine préventive l'emporte sur la thérapeutique.

Avec l'âge les dérégulations augmentent J'ai souvent obtenu des courbes de température de jeunes gens normaux. Ainsi j'ai pu vérifier qu'un abaissement de la température pendant les phases de repos est normal; une courbe de température bien prise est toujours irrégulière. Mais d'une part les cycles thermiques neuro-moteurs sont plus réguliers d'un jour à l'autre. Le jeune homme est toujours prêt aux expansions motrices. Les phases de repos compensateurs augmentent avec les dérégulations qui se multiplient d'année en année. Bien entendu je n'ai jamais rencontré chez des jeunes normaux l'effondrement du plafond thermique au point de se fusionner avec le plancher.

Parmi les types de température habituelle je distingue ceux dont la température au réveil atteint de 36° à 36°,4 et ceux dont la température atteint 36°,4 à 36°,9. Parmi les variétés de ces deux types, il importe de distinguer celles dont la température s'abaisse plus ou moins au milieu de la journée après un exercice adapté aux besoins du sujet. Ne trouverait-on pas en étendant ces expériences préliminaires, dans les modalités thermiques un test plus sûr que ceux proposés jusqu'à maintenant, pour cataloguer les tempéraments et orienter les jeunes gens vers le choix d'une ambiance ou d'une profession. La seule chose que je puisse avancer c'est que dans les types les plus tranchés, chez les hypothermiques [1] et chez les hyperthermiques, la mimique, les attitudes, le comportement, l'activité varient du tout au tout. La modération et le calme chez les uns, les brusques réactions de la mimique, des attitudes et de l'activité chez les autres. On ne s'étonnera pas que j'ajoute aussitôt que la température minima n'est pas stable. Lefèvre a montré que par l'entraînement au froid (méthode des bains froids) on élève le métabolisme minimum. Le génie de la langue exprime cette vérité transposée dans le domaine psychologique : tremper le caractère. Notre civilisation amollissante maintient les individus à leur minimum au lieu de les élever à leur maximum. En ce qui concerne le froid, nous sommes si bien protégés contre lui que nous n'avons pas l'occasion de nous aguerrir. Lorsque l'adaptation à l'ambiance est assurée par trop de secours, l'individu n'a plus aucun stimulant pour réaliser des créations organiques. Il est donc nécessaire de rappeler avec Lefèvre que la biologie de l'adaptation doit être complétée par la biologie de l'aguerrissement dont l'art de l'Education pourra profiter.

D'après mon expérience de voyageur, j'estime que la civilisation nous protège mieux contre le froid [1] que contre le chaud. Je suis passé en 20 jours de Buenos-Ayres (+ 40°) à Hambourg (— 20°). J'ai beaucoup plus souffert de la chaleur à Buenos-Ayres que du froid à Hambourg. La chaleur, notamment la chaleur tropicale, exerce sur l'organisme des effets difficiles à corriger. Le nudisme, quand il y a de la brise, offrirait un bon moyen de défense si nos mœurs l'autorisaient. Je dois revenir sur la lutte d'astuce qui me paraît la seule efficace. J'ai vécu un an à Cartagena de las Indias, en pleine zone tropicale. Dans mon laboratoire pendant 8 mois la température oscillait jour et nuit entre 31 et 33°. Fidèle à la méthode psycho-physiologique je suis arrivé, après quelques essais et corrections d'erreurs, à trouver le *modus vivendi* me procurant l'euphorie relative que j'étais capable d'obtenir dans cette région réprouvée. Deux principes de vie se sont dégagés : abaisser le niveau de la vie végétative en restreignant l'alimentation, supprimer les expansions neuro-motrices. Je me trouvais à Cartagena avec une infirmière major, du même âge que moi, mais longiligne et hypothermique. On voit sur les courbes ci-jointes que la zone minima de nos températures respectives à Cartagena était comprise entre 36°,4 et 36°,7 et entre 35°,7 et 36°,1.

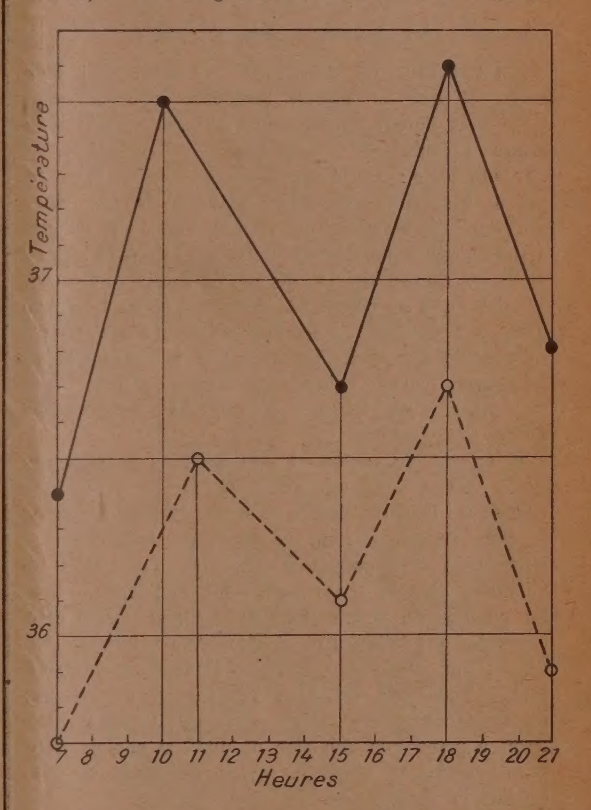
1. L'étude des glandes à sécrétion interne a permis de démontrer que le corps thyroïde joue un rôle important dans la thermogénèse. Van de Velde, dans son livre sur le mariage parfait prétend que la température au réveil est plus élevée pendant la période menstruelle. Un seul organe ne peut commander à une fonction aussi générale que la thermogénèse.

1. Castaigne a consacré en 1931 deux numéros de son Journal médical français à la pathologie du froid. Le refroidissement brusque chez des gens insouciants est certainement cause de maladie. J'ai vu à Bamaco les jeunes enfants sortis nus des cases surchauffées dans les rues par nuits fraîches. La pneumonie détermine des ravages en Afrique occidentale. Cette question déborde mon sujet et je renvoie le lecteur aux travaux du grand clinicien.

L'observation suivie pendant 8 mois prouve que l'adaptabilité au climat tropical est différente pour un sujet dont les minima se règlent habituellement en hypothermie et pour un sujet prédisposé par nature à l'hyperthermie. Comme je le disais, à propos des jeunes gens, le comportement est préparé par l'aptitude métabolique. L'aptitude métabolique, mise à l'épreuve du climat tropical, ressort avec plus de netteté encore. Hyperthermique par prédisposition native, je me trouvais très incommodé par le climat de Cartagena de las Indias. Ma vie se réduisait à mes devoirs professionnels mais à mesure que mes besoins d'expansion neuro-motrice se réduisaient, le champ de ma conscience, le tonus et la tenue de mon attention diminuaient. Le goût de l'expérimentation et surtout le mécanisme complexe de la synthèse mentale qui conduit à la construction d'un travail bien lié eussent été impossibles dans ce milieu tropical. Ma camarade, frileuse en France, se trouvait à l'aise dans cette atmosphère étouffante. Une vie de dévouement qui exige non seulement une dépense neuro-motrice, mais une constante attention, s'est déroulée avec ampleur tandis que ma vie se rétrécissait peu à peu[1].

Le parallèle entre ces deux vies plongées dans l'atmosphère des tropiques comporte plusieurs conclusions. L'enseignement classique sur l'action de la chaleur sur l'organisme, d'après ces deux observations, serait erroné (Brown-Séquard lui-même a noté l'élévation de sa température sous les tropiques). Me consacrant depuis 10 ans à des recherches sur la thermométrie, je puis affirmer qu'en aucune autre circonstance que ce séjour à Cartagena, je n'ai observé, avec continuité, une température aussi basse. Je ne conteste pas, pour cela, les observations de mes devanciers : l'Occidental, aux réflexes brusques — et qui ne sait se dépouiller de son comportement habituel — est victime d'hyperthermie par suite de son incorrigible agitation motrice. Mais cette hyperthermie est signe de dérégulation; tout un cortège de maux suivra bientôt cette dérégulation. Le foie sera touché d'abord et son altération entraînera de telles perturbations humorales que tous les tissus seront bientôt touchés. Des viscères les troubles monteront au cerveau; la folie est fréquente chez l'Européen sous les tropiques par suite d'une vanité exorbitante qui l'empêche d'imiter les indigènes. L'indigène travaille à l'aurore et au crépuscule; il dort tant que le soleil incendie la surface terrestre. Il est sobre et même lorsqu'il travaille, ses gestes restent comptés, mesurés et lents. La paresse physique et mentale est l'apanage des pays chauds. Aussi bien en Europe qu'en Asie, la force qui fait les conquérants se développe dans des peuplades nordiques, et les fines fleurs de l'intelligence poussent dans un climat tempéré (Chine, Bassin méditerranéen).

On voit que la chaleur et l'inhibition motrice aboutissent à des courbes semblables (voir les courbes de l'article précédent). Il faut opposer les cas où la température minima s'élève malgré l'immobilité. La vie normale est tendue vers l'action c.-à-d. vers le dehors : la température est neuro-motrice. La vie, à l'état d'agression microbienne, se concentre sur le dedans; toute l'énergie est employée à la défense de l'organisme. Aussi le premier signe de l'infection est-il l'élévation du plancher de la température minima coïncidant avec la passivité.



Au 7e Congrès de Pédiatrie de Langue française[1], d'illustres médecins ont exposé leurs observations sur les fièvres alimentaires. Le nourrisson empoisonné par divers aliments (sel, lait albumineux) élève sa zone de température minima. Dès que l'enfant boit de l'eau la fièvre tombe. En débutant mes recherches sur la diurèse et sur la thermométrie j'avais recherché des corrélations entre les cycles thermiques et les cycles hydriques. Il me fut impossible de trouver une relation quelconque entre les boissons d'une part et les courbes de température et de diurèse d'autre part. Le nourrisson subit les mauvais traitements qu'on lui impose. L'adulte, le plus asservi aux us et coutumes finit, après quelque résistance, par sui-

1. Langlois, Rubner et Haldane notent les mauvaises conditions pour la régulation thermique de l'homme des ateliers chauds et humides. Il faudrait sélectionner les sujets capables de supporter cette ambiance, puis établir le rythme de vie convenable, pour conserver la santé des ouvriers dans les mines, les filatures et les teintureries.

1. Imprimerie alsacienne, Strasbourg, 1931.

vre les sentiments du besoin et règle son comportement sur ses sensations. Voilà pourquoi chez l'adulte, à moins qu'il ne soit idiot, la fièvre alimentaire ne s'observe pas. Les mécanismes psycho-physiologiques sont trop précis pour laisser s'enflammer le métabolisme sans obliger l'individu à l'éteindre par l'assouvissement de sa soif[1].

René PORAK.

⁂

Le mystère des verrues.

Est-il besoin de décrire les verrues? Qui n'en a vu et qui ne saurait lui-même dire comment elles sont faites? Voulez-vous néanmoins une définition savante? Je l'emprunte à un récent traité de pathologie : « Elevure dure, sèche, grisâtre, râpeuse, à surface irrégulière, hérissée de mamelons plus ou moins saillants. » Chacun sait aussi qu'elles apparaissent généralement aux mains, parfois aux pieds ou encore sur le cuir chevelu, qu'il est exceptionnel de n'en compter qu'une, et qu'au contraire elles ont tendance à se multiplier avec le temps, qu'elles ne sont guère douloureuses, à moins qu'elles ne siègent dans la rainure des ongles ou à la plante des pieds. Jusqu'ici tout est clair et ne demande guère d'explications.

Il en est de même si l'on passe à la structure de la verrue. C'est une petite tumeur de nature épidermique. Elle est due à ce que l'épiderme, couche la plus superficielle de la peau, est localement le siège d'un développement anormal. La lésion ne va guère plus loin. On peut seulement signaler que les papilles du derme prennent un peu part à cette anomalie en s'allongeant et que leurs vaisseaux modifient par quelques particularités leur allure habituelle. Tout cela est bien localisé et, en somme, d'importance minime. Une aussi petite chose mériterait à peine que l'on s'en occupât, si elle ne nous posait quelques questions assez curieuses et auxquelles la réponse est difficile à donner.

La première énigme est celle de la cause à laquelle sont dues ces petites tumeurs de la peau. Cette cause, nous l'ignorons encore, réserve faite pour l'explication que nous reproduirons plus loin. Après avoir beaucoup cherché et comme nous sommes en un siècle où le microbe est tout-puissant, c'est à un microbe que l'on a attribué la naissance de ces disgracieuses productions. Seulement quand il s'est agi de préciser, la chose s'est trouvée malaisée. Aucun germe microscopique ne se laissait voir et les cultures les plus savantes ne parvenaient pas à mettre le coupable en évidence. On n'allait pas s'arrêter, vous pensez bien, à cette médiocre objection. Ce n'est pas pour rien que nous avons pris l'habitude d'invoquer des microbes invisibles, ultra-microscopiques, infravisibles, filtrants, toutes entités qui échappent au contrôle de nos sens. On s'est donc rabattu sur un virus de ce genre, et il est classiquement convenu que telle est l'origine du mal.

Encore faudrait-il avoir une preuve que l'on a affaire à une infection. Cette preuve, on la trouve facilement dans la contagion, qui ne paraît pas douteuse. On a observé en quantité notable des faits comme celui de ce domestique aux mains couvertes de verrues, qui conduisait tous les matins les enfants de ses maîtres en classe, et qui, au bout de peu de semaines, leur avait transmis ce que l'on pourrait appeler sa maladie. Mais il y a mieux, il y a des expériences souvent répétées et qui semblent démonstratives : si l'on broie des verrues dans un mortier et si l'on injecte ensuite le produit de ce broyage à un individu sain, il ne tarde pas à être porteur, à son tour, de tumeurs de ce genre. Lanz, Jadassohn et quelques autres ont mis ce phénomène en évidence. L'inoculation même ne paraît pas indispensable, un contact appuyé suffirait. Tout expérimentale que soit cette démonstration, quelque scientifiquement établie qu'elle paraisse, peut-être perd-elle la plus grande partie de sa valeur si l'on considère les faits que l'on trouvera plus loin.



Laissant de côté ces considérations étiologiques, arrivons au chapitre le plus important de notre sujet, puisque aussi bien la fin dernière de toute étude médicale réside dans la thérapeutique à appliquer. Comment peut-on s'y prendre pour faire disparaître les verrues?

Si nous nous adressons d'abord, comme il convient, aux méthodes orthodoxement médicales, nous nous trouvons en présence d'une liste imposante de procédés et d'ingrédients où les produits chimiques voisinent avec les moyens physiques, lesquels laissent une large place aux médications internes, qui, à leur tour, n'excluent pas l'intervention de la chirurgie. Les rayons X, honneur de notre époque, font merveille... quelquefois, mais dans nombre de cas cependant échouent; l'abrasion chirurgicale connaît, elle aussi, des succès et des revers; les attouchements avec des acides divers et suivant une technique minutieusement réglée ne sont pas non plus victorieux toutes les fois qu'ils entrent en scène; la magnésie à l'intérieur ne donne pas que des réussites, loin de là. On en pourrait dire autant de l'électrolyse, de la destruction par le feu ou par la neige carbonique, des injections de teinture de thuya dans la tumeur, etc. Je suis loin d'avoir épuisé la liste complète, sinon officielle, des substances, des manœuvres, des médicaments qui ont été tour à tour ou simultanément vantés. Pour tous, il en est ainsi : tantôt le succès complet, tantôt l'échec absolu, le tout prouvant que les thérapeutiques proposées ne sont aussi nombreuses que parce qu'aucune n'est assurée de réussir.

1. Des recherches analytiques intéressantes sont actuellement poursuivies sur l'hyperthermie due aux modifications du métabolisme : le bleu de méthylène et le jaune de naphtylamine, agissent comme un catalyseur direct d'oxydation : le quotient respiratoire s'élève. Dans la fièvre peptonique, le quotient respiratoire n'augmente pas.

Les médecins ont, en cette matière, des concurrents redoutables, qui sont les guérisseurs, les sorciers, les conjureurs, les parsigneux, les détenteurs de secrets, de prières, de formules magiques, dont, de tout temps, les porteurs de verrues ont été les clients assidus. S'il était difficile de décrire toutes les méthodes médicales de traitement de ces inesthétiques productions, il l'est plus encore d'énumérer seulement les moyens mis en œuvre par ces irréguliers de l'art de guérir. Cela commence à l'usage du suc de grande chélidoine ou d'euphorbe, pour aboutir à des procédés compliqués comme celui qui veut que le malade jette dans un puits autant de pois qu'il a de verrues et se sauve assez vite pour ne pas les entendre tomber dans l'eau. Il y a des formules d'incantation à n'en savoir que faire, des topiques mystérieux en nombre incalculable, le tout transmis de génération en génération avec la façon de s'en servir. Les astres mêmes sont dans une certaine mesure enrégimentés, et je possède une lettre dont le signataire offre de communiquer le moyen séculaire dont il détient le secret, à la condition de rencontrer le candidat la nuit par une lune croissante et moyennant l'engagement de ne jamais faire argent de la formule.

Eh bien, il est regrettable de devoir avouer que les guérisseurs ont aussi des succès et que, quel que soit le procédé utilisé, si enfantin, si bizarre qu'il s'avère, quelle que soit la teneur de la « conjuration », la réussite peut s'ensuivre, aussi bien que l'échec. La chélidoine a autant d'action que le thuya ou la magnésie, les grains d'orge abandonnés sur la route que les rayons X et la couenne de lard que l'acide nitrique.

***

Et c'est en cela que réside le mystère. C'est aussi en cette particularité que les réussites peuvent être nombreuses également si l'on laisse les plantes, le feu, le froid, l'électricité et les formules magiques de côté. En un mot, les verrues peuvent disparaître sans qu'on y fasse rien.

Je ne prends pas la responsabilité de cette assertion. J'en emprunte les termes et l'assurance à des médecins, depuis M. Bonjour (de Lausanne) et le professeur Pech (de Montpellier) jusqu'à M. Mini (de Tripoli) et à M. Bruno Bloch (de Lausanne). Et je ne les ai pas nommés tous, il s'en faut. Si des faits comme ceux dont nous allons parler étaient contés par quelque bonne paysanne ou quelque guérisseur ignorant, on pourrait n'en tenir que peu de compte, car le contrôle en serait illusoire; mais rapportés par des médecins qui signent de leur nom et de leurs titres et qui accompagnent leurs observations de photographies instructives, nous sommes bien obligés de les considérer comme réels. Il ne nous restera plus ensuite qu'à comprendre et à expliquer... si nous pouvons.

Bon nombre de médecins, donc, déclarent, preuves en mains, que les verrues sont curatives par la simple suggestion. Non pas par une suggestion théâtrale, dogmatique, de technique impressionnante, mais par des méthodes beaucoup plus simples qui peuvent consister dans la simple affirmation. Voyons les faits.

Tout d'abord, il en est un que nous ne pouvons passer sous silence, car il est de notoriété sinon publique, du moins médicale, et ceux mêmes qui n'admettent pas la théorie psychique sont dans l'obligation de le reconnaître pour exact. Une verrue, avons-nous dit, est ordinairement suivie d'un certain nombre d'autres, la première en date étant appelée « la mère ». Or il arrive que si l'on détruit (et cette fois quel que soit le moyen employé) la verrue mère sans toucher aux autres, celles-ci n'en disparaissent pas moins d'elles-mêmes. On connaît aussi des cas bien observés où toutes les verrues ont disparu spontanément en l'absence de tout traitement. Cela n'est pas fait pour simplifier l'énigme, mais comme cela nous conduit loin de la conception microbienne!

M. Bonjour (de Lausanne) est sans doute le partisan le plus convaincu de l'influence de la suggestion sur la naissance et la disparition des verrues. Il nous conte, par exemple, l'histoire d'un homme aux blanches mains qui, hanté par la crainte d'y voir pousser des verrues, finit par en devenir porteur. Il comprend que l'on puisse transmettre ses verrues à un autre en le touchant et en lui disant : « Je te les passe », et la suggestion produit le phénomène attendu, souille les mains de l'un et nettoie celles de l'autre.

Au surplus, pour obtenir la guérison, voici comment il opère lui-même : il fait poser la main malade sur une feuille de papier, en suit le contour avec un crayon, dessine ensuite sur cette silhouette les tumeurs à leur grandeur naturelle; puis il bande les yeux de son patient, touche les verrues avec une baguette de verre et dit : « Dès aujourd'hui, vous ne sentirez plus vos verrues, et elles vont disparaître; n'y touchez pas. » Et cela ne manque jamais, la guérison suit dans le délai annoncé, parfois à date fixe. La foi même n'est pas nécessaire; il a guéri des sceptiques endurcis. Il en a guéri d'autres sans même les toucher, en leur assurant seulement qu'ils seraient débarrassés, qu'ils eussent surtout à ne plus penser à leur mal. Et il ajoute : « On guérit par la simple suggestion toutes les verrues, verrues planes, acuminées, charnues, en plaques, verrues des mains, de la face, du corps. Peu importent leur nombre, leur ancienneté et la confiance du malade. » Ce n'est pas sa seule influence qui opère, puisqu'il apprend à d'autres ce procédé si simple, et connaît mainte personne qui a réussi comme lui.

Et il n'est pas le seul à agir de la sorte, je l'ai dit. Voici, par exemple, M. Bruno Bloch, qui a traité de cette façon, ou à peu près, tous les malades atteints de verrues et venus à la polyclinique de Zurich pendant deux ans. Lui aussi couvre les yeux du patient dans la salle d'attente, puis lui fait placer les mains sur une table où est un appareil électrique, qui ne sert qu'à faire du bruit. Alors, il badigeonne les verrues avec n'importe quelle substance colo-

rante, par ailleurs manifestement dépourvue de toute action, et il renvoie le sujet en lui disant de ne pas toucher à ses mains, même pour les laver. Le total de ses succès atteint 55 %, et beaucoup de ces malades avaient été traités auparavant en vain par les méthodes les plus savantes.

Un médecin de Pau m'a cité le cas d'une jeune campagnarde qui avait le dos des deux mains couvert de verrues qui s'étaient développées en deux mois; il appliqua une dose faible de rayons X sur la main droite, renvoyant le traitement de la main gauche à quinzaine. Cette échéance survenue, il constata qu'il n'y avait plus rien, ni sur une main ni sur l'autre.

M. Nini cite un médecin qui, ayant à soigner les verrues d'un de ses amis, lequel était grandement tourmenté par elles, lui déclara qu'une seule application d'un remède nouveau allait le débarrasser pour toujours, et, ce disant, badigeonna les petites élevures avec un tampon trempé dans l'eau distillée; la guérison se produisit en deux jours. M. Grumach (de Munich) a guéri des verrues en faisant dans l'avant-bras de ses malades des injections d'eau pure ou d'eau salée. Le docteur Orlowski a été soulagé lui-même, dans son enfance, par une parente qui a noué un fil autour de chaque tumeur et a fait ensuite pourrir les fils sous une gouttière. On citerait indéfiniment des cas semblables, mais tous ne se terminent pas de cette heureuse façon. M. F. Regnault a vu, dans le service du professeur Pitres, à Bordeaux, la suggestion, aidée de l'application d'une goutte d'eau, produire des guérisons chez certains sujets et échouer chez d'autres. Restons-en là.

***

Nous ne pouvons donc pas nier, en présence de ces témoignages autorisés, que la suggestion pure et simple soit capable de faire disparaître les verrues ou même de leur donner naissance, et il est hors de doute que les remèdes et les incantations des sorciers n'agissent que de cette façon. Il est possible que tel soit le mécanisme d'action de quelques-uns des procédés que j'ai nommés orthodoxes, mais qui, lorsque plusieurs séances sont nécessaires, auraient l'inconvénient de maintenir la pensée du patient fixée sur son mal, condition défavorable au possible. En somme, de quelque façon que l'on s'y prenne, les succès l'emportent sur les échecs, si même on n'admet pas la constance des premiers, constance dont quelques-uns, on l'a vu, se portent garants.

Mais comment agit la suggestion? Ici, nous entrons dans un domaine singulièrement mystérieux, celui de l'influence du moral sur le physique, dont ce serait un exemple des plus typiques. Devant l'énigme, la plupart demeurent muets. Un seul a tenté d'expliquer, c'est M. Bonjour, qui admet que la suggestion abaisse la pression sanguine (au moins dans un de ses éléments) et que cet abaissement décongestionne la couche papillaire de l'épiderme, ce qui provoque le desséchement du tissu pathologique, d'où résulte sa disparition. C'est en somme, une théorie psycho-vasomotrice ingénieuse, certes, mais qui demanderait peut-être confirmation. Les sujets difficiles à guérir seraient ceux dont l'hypertension est difficile à abaisser, et il suffirait, d'après le même auteur, d'user de quelques médicaments hypotenseurs pour que leur résistance se laissât vaincre. Je veux bien, mais est-ce par un mécanisme inverse que la suggestion ferait naître les verrues? Je ne retire pas encore le mot : mystère.

En somme, nous voici une fois de plus en face de deux ordres de choses : des faits aisément contrôlables et une théorie qui s'efforce de les expliquer. On me permettra de ne retenir, jusqu'à nouvel ordre, que les premiers. Ils nous prouvent que la suggestion peut guérir les verrues et peut-être occasionner leur naissance. C'est la seule conclusion que je me permettrai, en évoquant la phrase célèbre : « Il y a plus de choses au ciel et sur la terre, Horatio, qu'il n'en est rêvé dans toute votre philosophie. »

Docteur Henri Bouquet.

LA FLUORESCENCE DES VAPEURS

D'énormes progrès ont été réalisés depuis quelques années dans la physique des molécules et, en particulier, dans l'optique moléculaire. Ces progrès sont dus à l'impulsion de quelques physiciens et physico-chimistes expérimentateurs de grande valeur (V. Henri, R. W. Wood, C. Raman, P. Pringsheim, St. Pienkowski, J. Perrin, Cabannes, etc...) jointe à des travaux théoriques tout à fait remarquables (Hund, Heitler, London, Mulliken, Heisenberg, Condon, etc...). On sait d'ailleurs que l'application de la Mécanique ondulatoire et de la nouvelle Mécanique quantique a permis d'interpréter de nombreux phénomènes mystérieux se produisant dans les molécules. C'est ainsi que la Mécanique ondulatoire a apporté sur la question de la formation des molécules des renseignements du plus haut intérêt. On a pu montrer que lorsque deux atomes se rapprochent de plus en plus, il n'y a pas nécessairement formation d'une molécule. La molécule n'est formée que lorsqu'il y a orientation convenable des moments magnétiques (« spins ») des électrons de valence des atomes.

Dans ce domaine de l'optique moléculaire, les phénomènes de luminescence par excitation optique ont apporté une contribution importante à nos connaissances du mécanisme de l'activation et de la désactivation des molécules. Certains Instituts de Physique se sont même spécialisés dans cet ordre de recherches, notamment celui du professeur Pienkowski à Varsovie, du professeur Pringsheim à Berlin et une partie du laboratoire du professeur Wood à Baltimore (U. S. A.).

Les phénomènes de fluorescence ont aussi commencé à trouver leur application en Astrophysique. C'est par la fluorescence qu'on explique maintenant — du moins en partie — la luminosité des nébuleuses à étoile centrale; on a pu ainsi déterminer les températures de ces étoiles centrales qui se sont révélées extrêmement chaudes.

Bref, c'est à juste titre que tant d'expérimentateurs et de théoriciens se sont occupés pendant ces dernières années de la question des spectres moléculaires et en particulier des spectres de luminescence.

J'envisagerai ici surtout la fluorescence des molécules diatomiques. J'indiquerai d'abord les principes physiques fondamentaux et les formules correspondantes. Quelques pages seront ensuite consacrées à l'examen de quelques recherches récentes sur les spectres de fluorescence de certaines vapeurs.

*
**

Considérons une enceinte déterminée, occupée par des molécules. A côté d'un certain état stable E des molécules, on doit distinguer toute une série d'états activés instables E_1, E_2, ...; les molécules peuvent revenir suivant un processus plus ou moins complexe à l'état normal E. Elles ne peuvent évidemment exister, en régime stationnaire, qu'en présence de molécules stables, la natalité en molécules activées devant compenser leur mortalité.

L'activation peut se faire de différentes façons. Afin de situer les phénomènes de fluorescence parmi les mécanismes de variation d'énergie à l'intérieur des molécules, nous examinerons ces différents mécanismes et distinguerons deux cas, suivant que cette variation est due à l'action d'un autre système matériel (électron, atome ou molécule) ou à celle d'une radiation.

A. — Voyons d'abord l'activation ou la désactivation par action d'un autre système matériel.

1. *Choc activant* (Stoss erster Art)[1].

↓•   •
donne
•↑   o

C'est ce qui se produit lors de l'activation par choc électronique (potentiels de résonance : Franck et Hertz).

2. *Choc désactivant* (Stoss zweiter Art).

o   ↑•
donne
•   •↓

Ces chocs imaginés *a priori* par Klein et Rosseland expliquent très bien la diminution de la fluorescence lorsque la concentration du corps fluorisant augmente.

Une molécule activée E_1 qui isolée se serait désactivée avec émission de lumière aura donc d'autant plus de chance de se désactiver sans émission de lumière qu'elle se trouvera dans un voisinage plus rapproché d'autres systèmes matériels.

1. A la suite de J. Perrin, nous désignerons par un • un système non activé et par o un système excité.

3. *Effet Franck-Cario* ou transfert d'activation. Exemple :

$$\begin{matrix} HgO & & \cdot Hg \\ & \text{donne} & \\ Tl. & & OTl \end{matrix}$$

C'est le phénomène de la fluorescence sensibilisée de Franck-Cario. Dans l'exemple indiqué, le phénomène s'était manifesté par l'émission des raies du thallium dans un mélange de Tl et Hg éclairé par la raie de résonance λ2537 de Hg.

B. — Voyons maintenant les cas d'activation ou désactivation où intervient la radiation.

1. *Absorption.* — C'est l'activation directe par absorption d'un photon.

2. *Fluorescence et phosphorescence.* — Expulsion de photons par une molécule qui se désactive (si la désactivation se fait un temps assez long après l'excitation, on a le phénomène de phosphorescence; si l'émission de lumière cesse lorsque cesse la cause excitatrice, on a le phénomène de fluorescence [1]).

3. *Effet Raman.* — Cet effet prévu théoriquement par Smekal, puis étudié théoriquement par Kramers et Heisenberg, a été observé d'abord par Raman et presque simultanément par Mandelstam et Landsberg. Il consiste en une diffusion avec changement de fréquence (sorte de choc inélastique d'un photon de fréquence ν quelconque contre la molécule).

Le photon incident d'énergie $h\nu$ peut céder à la molécule une partie $h\nu_1$ de son énergie et rejaillir avec l'énergie $h(\nu - \nu_1)$, donc avec la fréquence $\nu - \nu_1$; la portion $h\nu_1$ sert à activer la molécule. En revanche, le photon de fréquence ν heurtant une molécule activée peut la désactiver et rejaillir avec l'énergie $h(\nu + \nu_1)$, donc avec la fréquence $\nu + \nu_1$.

***

Cet exposé a permis de situer le phénomène de fluorescence parmi les mécanismes de variation d'énergie à l'intérieur des molécules. Dans la fluorescence, il s'agit donc d'une émission de lumière (photons) par des molécules qui se désactivent.

Considérons une enceinte B contenant une vapeur déterminée. Envoyons sur cette vapeur le rayonnement lumineux d'une source S. Si les atomes ou molécules de l'enceinte se trouvent dans des conditions physiques où ils puissent absorber une partie du rayonnement S, il peut arriver dans certains cas que ces atomes ou molécules émettent eux-mêmes, après cette absorption, un rayonnement. Ce rayonnement sera observé le plus commodément dans une direction perpendiculaire au faisceau excitateur.

***

Nous allons dire rapidement comment on arrive à la formule générale des spectres de molécules; les considérations ainsi exposées seront très utiles dans la suite.

L'énergie totale d'une molécule diatomique est la somme de trois énergies dues respectivement à :

1° la configuration des électrons dans la molécule (E_{el});

2° la vibration des deux atomes (E_v);

3° la rotation d'ensemble de la molécule (E_r) autour d'un axe perpendiculaire à la droite joignant les noyaux des atomes.

Energie électronique. — Comme dans les atomes, les niveaux électroniques peuvent être simples ou multiples. Les notations servant habituellement à désigner les niveaux électroniques moléculaires sont analogues aux notations atomiques, mais avec des lettres grecques, par exemple le doublet $2^2\pi_{\frac{1}{2}}$ et $2^2\pi_{\frac{3}{2}}$.

Ces notations très utiles dans l'étude des spectres moléculaires complets (sp. d'émission) ne sont pas nécessaires dans les spectres de fluorescence, où il suffit d'un seul nombre quantique pour caractériser une configuration électronique.

Energie de vibration. — A chaque niveau électronique est associé tout un groupe de niveaux de vibration. Pour déterminer l'énergie vibratoire d'une molécule diatomique dans la mécanique ondulatoire, il faut rechercher les valeurs fondamentales (« Eigenwerte ») de l'équation de Schrödinger correspondant à un vibrateur.

Nous passerons les calculs, d'ailleurs assez simples. La formule finale est pour un oscillateur anharmonique :

$$E_v = (p + 1/2)h\nu_k[1 - (p + 1/2)x],$$

p étant un nombre entier (nombre quantique de vibration),

h la constante de Planck,

ν_k la fréquence fondamentale,

x un facteur d'anharmonicité.

A cause de la présence du terme correctif x, on voit que les niveaux de vibration se rapprochent de plus en plus au fur et à mesure que p augmente. Les niveaux ont une limite correspondant à

$$p + 1/2 = 1/2x,$$

ce qui donne pour E_v la valeur

$$E_v = h\nu_k/4x.$$

1. Il y aurait lieu de discuter la distinction; mais la place nous manque pour cela.

D'après la théorie donnée par Franck (1925), cette limite correspond à une dissociation de la molécule.

Energie de rotation de l'ensemble de la molécule. — Si maintenant nous considérons un rotateur simple, l'intégration de l'équation de Schrödinger correspondante conduit à

$$E_r = m(m+1).h^2/8\pi^2 J,$$

m étant un nombre entier (nombre quantique de rotation),

J le moment d'inertie du rotateur.

Nous poserons généralement

$$B = h/8\pi^2 J,$$

c'est-à-dire

$$E_r = Bhm(m+1).$$

Ajoutons que chaque niveau de rotation présente une structure fine qui est en rapport avec le terme électronique correspondant. Nous n'aurons pas à considérer cette subdivision dans la suite.

Formule générale des spectres de molécules. — Supposons que la molécule passe de l'énergie $\overline{E_e}$ à l'état $E'_e \geq \overline{E''_e}$; supposons qu'il y ait en même temps modification des énergies de vibration et de rotation. Lorsque la molécule reviendra à un état d'énergie $E''_e \leq E'_e$, il y aura émission d'un photon de fréquence.

$$\Delta\nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{E'_e - E''_e}{h} + \Big\{(p'+1/2)\nu'_k[1-(p'+1/2)x'] - (p''+1/2)\nu''_k[1-(p''+1/2)x'']\Big\} + \Big\{B'm'(m'+1) - B''m''(m''+1)\Big\} \quad (1)$$

Si nous donnons à E''_e, E'_e, p'', p', m'', m' toutes les valeurs possibles, la formule (1) représentera l'ensemble des raies spectrales émises par les molécules. C'est la formule générale des spectres de bandes. Nous l'écrirons sous la forme

$$\nu = \nu_e + \nu_v + \nu_r \quad (1')$$

ν_e, ν_v, ν_r étant respectivement les fréquences dues à la variation électronique, de vibration et de rotation.

Fréquence ν_e. — Lorsqu'il y a changement électronique, ν_e apporte dans (1) la contribution la plus importante (de l'ordre de 10.000 cm^{-1}). Dans la suite, nous ne considèrerons qu'un saut électronique et laisserons donc ν_e constant.

Fréquence ν_v. —

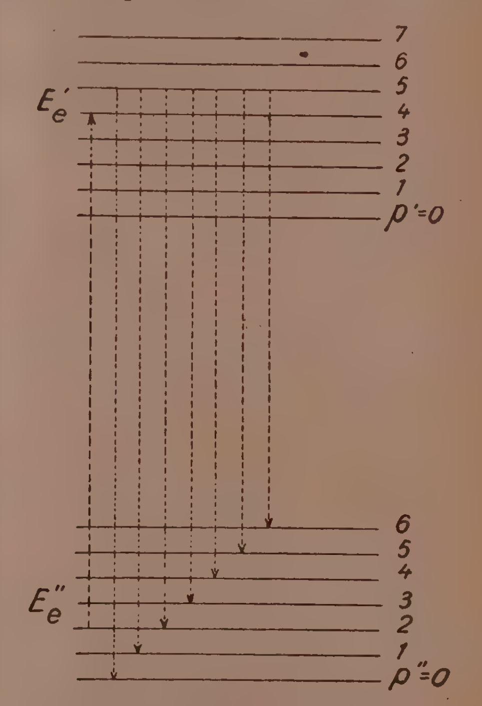
$$\nu_v = (p'+1/2)\nu'_k[1-(p'+1/2)x'] - (p''+1/2\nu''_k[p''+1/2)x''.$$

ν'_k et ν''_k étant de l'ordre de 100 cm^{-1}, ν_v est de l'ordre de 100 cm^{-1}. Un spectre où ν_e serait nul serait donc infra-rouge (Kernschwingungsbanden).

Combinaisons de ν_e *et* ν_v. — Considérons deux états électroniques E'_e et E''_e et les niveaux de vibration correspondants (schéma des niveaux de vibration). Supposons (fig. 1) que les molécules passent par exemple de l'état (E''_e, p'' = 2) à (E'_e, p' = 4). De cet état, les molécules peuvent revenir aux états inférieurs.

Condon a essayé de déterminer les probabilités des différents passages (p' vers p''. Il s'est basé sur certaines idées de Franck relatives à l'énergie potentielle des molécules à des états d'excitation différents et a traité le problème par la mécanique quantique de Heisenberg.

Condon a montré que les probabilités de passage de l'état p' de vibration à l'état p'' étaient conditionnées par les valeurs relatives des liaisons



atomiques dans les 2 états électroniques E'_e et E''_e. Ainsi, si les énergies de liaison dans les états E'_e et E''_e sont très différentes, Condon trouve que les passages suivants sont les plus fréquents :

p' petit vers p'' grand ;
p' grand vers p'' petit.

Ces résultats théoriques ont été vérifiés dans certains cas. En revanche, des recherches récentes faites au Laboratoire de Spectroscopie de l'Université de Liége (Institut d'Astrophysique) montrent qu'ils ne se vérifient pas pour S_2.

Fréquence ν_r.

$$\nu_r = B'm'(m'+1) - B''m''(m''+1).$$

Dans le schéma 1, nous n'avions pas représenté les niveaux de rotation et supposions qu'il s'agis-

sait toujours du niveau $m = 0$. Si l'on voulait représenter sur le même diagramme les niveaux de rotation, il faudrait en effet, au-dessus de chacune des lignes horizontales inscrire une série d'autres lignes d'abord rapprochées, puis s'éloignant progressivement lorsque m'' croît (puissance 2) jusqu'à dépasser les niveaux de vibration précédents. Bref tout le dessin serait recouvert d'une manière presque continue. Il est préférable d'employer un schéma spécial pour les rotations.

Considérons un passage déterminé $E'_e \rightarrow E''_e$; $p' \rightarrow p''$. A cause du terme de rotation, ce passage correspond à une « bande » que le terme de rotation ν_r résout en raies.

Remarquons que pour le nombre quantique de rotation m, le principe de sélection (« Auswahlprinzip ») $m'' = m' \pm 1$ doit être appliqué rigoureusement. Ainsi donc une suite de raies de rotation s'obtient non par le passage d'un état de la molécule à une série entière d'autres états ou inversement, mais par une série de passages entre états immédiatement voisins.

On aura donc

$$\nu_r = B'm'(m'+1) - B''m''(m''+1) =$$
$$\begin{cases} (m'' \rightarrow m'+1) & \nu'_r = m'^2(B'-B'') + m'(B'-3B'') - 2B'' \\ (m'' \rightarrow m'-1) & \nu''_r = m'^2(B'-B'') + m'(B'+B''). \end{cases}$$

Dans un système d'axes (ν_r, m'), ces équations représentent deux paraboles (parab. de Fortrat); pour un passage $(E'_e \rightarrow E''_e)$, $(p' \rightarrow p'')$, les ν_r des raies se groupent donc sur deux paraboles (branche P ou négative et branche R ou positive).

Spectre de fluorescence. — Si l'on envoie sur une vapeur diatomique de la lumière blanche et si les molécules sont dans des conditions convenables, elles pourront absorber toutes les raies correspondant aux différents passages

$$E''_e \rightarrow E'_e \quad p'' \rightarrow p', \quad m'' \rightarrow m'.$$

A partir de tous ces états excités, les molécules retomberont aux différents niveaux inférieurs en émettant le « spectre de fluorescence ». Ce spectre est évidemment complexe; il a la même complexité que le spectre d'absorption de la vapeur.

Un cas plus simple est fourni par le « spectre de résonance » dont nous allons parler.

Spectre de résonance. — Supposons qu'on envoie sur la substance, une radiation monochromatique dont la longueur d'onde coïncide avec celle d'une des raies d'absorption de la vapeur. Si l'on se trouve dans des conditions physiques convenables, des molécules passeront d'un état $(\overline{E_e}, \overline{p}, \overline{m})$ à un état excité (E'_e, p', m'). Si alors n'intervient pas de cause de désactivation par choc (choc de seconde espèce ou transfert d'activation), les molécules d'état (E'_e, p', m') reviendront à un état électronique inférieur E''_e et aux différents états de vibration et de rotation possibles, correspondant au niveau électronique E''_e.

Pour un passage $(E'_e, p') \rightarrow (E''_e, p'')$, il y a seulement deux raies de rotation possibles, correspondant à

$$m' \begin{cases} m'-1 \\ m'+1 \end{cases}.$$

La distance des composantes du doublet s'obtiendra par différence des valeurs ν'_r et ν''_r données plus haut. On trouve

$$\Delta\nu_r = 4(m'+1/2)B'' = \frac{(m'+1/2)h}{2\pi^2 J''}.$$

Il y aura donc émission d'une série de doublets de rotation. Wood qui, le premier, a observé (en éclairant monochromatiquement de la vapeur diatomique d'iode ou de sodium) une telle série de doublets, a appelé ces séries « spectre de résonance » des molécules considérées.

L'expression générale du spectre de résonance est donc

$$\nu = \frac{E'_e - E''_e}{h}$$
$$+ p' + 1/2)\nu'_k[1-(p'+1/2)x'] + m'(m'+1)B'$$
$$-(p''+1/2)\nu''_k[1-(p''+1/2)x''] - (m'\pm 1)(m'\pm 1+1)B''.$$

Nous écrirons cette expression sous la forme

$$\nu = \nu_0 - (p''+1/2)\nu''_k[1-(p''+1/2)x''] -$$
$$-(m'\pm 1)(m'\pm 1+1)B''.$$

ν_0 qui dépend seulement de E'_e, E''_e, p' et m' est constant pour toutes les raies d'une série. Dans la formule, seul p'' varie. Mais pour chaque valeur de p'' il y a 2 valeurs de ν correspondant aux signes + et — dans le terme de rotation. Si l'on se contente d'une des composantes du doublet, la formule est de la forme

$$\nu = a - bp'' + cp''^2.$$

On observe en particulier des raies appelées « antistokesiennes »[1] dont la fréquence est supérieure à la fréquence excitatrice; la différence entre l'énergie émise et l'énergie absorbée a alors été prise à l'énergie calorifique (énergie cinétique) des molécules.

Remarquons que le spectre de résonance constitue une grande simplification par rapport au spectre d'émission ordinaire (par exemple de décharge) ou d'absorption. Le spectre de résonance fait en effet une sélection parmi les molécules :

1. Ne vérifiant pas la loi donnée par Stokes pour la fluorescence, savoir que la fréquence émise est toujours plus petite que la fréquence absorbée, c'est-à-dire excitatrice.

il permet d'examiner uniquement celles qui se trouvent dans un certain état excité (E'_e, p', m').

Position des doublets de rotation. — Supposons que la raie absorbée appartienne à une branche P; autrement dit, dans l'absorption, le nombre quantique de rotation passe de $\overline{m}$ à $m' = \overline{m} + 1$. Dans le retour au niveau de vibration initial, le nombre quantique de rotation passera de m' à $m' - 1 = \overline{m}$ et $m' + 1 = \overline{m} + 2$. A côté de la raie réémise, se trouvera donc une composante de plus grande longueur d'onde correspondant au passage de la molécule à la rotation $\overline{m} + 2$. Si, au contraire, la raie d'absorption appartient à une branche R, la raie réémise sera accompagnée d'une autre raie de longueur d'onde plus courte. L'excitation de séries de résonance peut donc, dans certains cas faciliter le classement d'un spectre d'absorption.

Quelques recherches expérimentales

Les premiers spectres de résonance qu'on ait découverts et étudiés sont ceux de l'iode I_2 et du sodium Na_2 (travaux de Wood et Kimura, vers 1910). On peut exciter un spectre de résonance très intense de I_2, en illuminant cette vapeur par la raie verte 5462 Hg; cette raie tombe dans le domaine d'absorption de I_2. Je ne donnerai guère de détails sur ces recherches, préférant réserver ces détails pour d'autres vapeurs étudiées plus récemment.

Dans la suite, d'autres molécules diatomiques homopolaires ont été étudiées, savoir S_2, Se_2, Te_2, P_2, O_2.

Remarquons que l'observation des spectres de fluorescence a mis en évidence dans certaines vapeurs métalliques réputées autrefois strictement monoatomiques, la présence de molécules diatomiques. Exemple : Na_2 (Wood et Dunoyer).

Des travaux spécialement intéressants ont été faits dans le cas du mercure et du cadmium; les spectres de fluorescence ont montré l'existence de molécules diatomiques dans les vapeurs de Hg et Cd; mais il ne s'agit plus ici de spectres de résonance à doublets de rotation comme pour I_2; il s'agit d'émission sous forme de bandes. Ces spectres ont fait l'objet de très nombreuses recherches, surtout à Varsovie (Ecole de Pienkowski), Göttingen (Franck, Houtermans, ...), Madison (Winans), ... En particulier on a pu, pour Hg et Cd, séparer l'excitation atomique, de l'activation moléculaire.

On a pu aussi exciter les spectres de résonance de certaines molécules diatomiques hétéropolaires, par exemple AgI, AgBr et AgCl; les fréquences ν_k trouvées qui sont en relation avec la force de liaison entre les atomes (c'est-à-dire avec la chaleur de dissociation), sont bien dans l'ordre prévu.

Le cas suivant peut aussi se présenter : par absorption d'une fréquence suffisante, la molécule est dissociée et si l'énergie lumineuse absorbée est suffisamment grande, la molécule peut se scinder en un atome normal et un atome excité ou en 2 atomes excités. C'est Terenin qui l'a montré le premier avec certitude par l'émission des raies D du Na, en illuminant la vapeur de NaI. Mais on aurait pu croire que la molécule de NaI était activée, puis brisée par choc avec une autre molécule. Kondratjew, par des mesures sur la dépendance de l'effet en fonction de la pression, a montré que cette explication était fausse et que la dissociation était due à l'absorption lumineuse. L'expérience a été renouvelée avec CsI et TlI. Dans ces cas, on a toujours observé que la fréquence minimum ν nécessaire pour observer le phénomène vérifiait la relation $h\nu$ = travail de dissociation + travail d'activation de l'atome.

Spectres de résonance des molécules diatomiques correspondant aux éléments de la sixième colonne du Tableau périodique (S_2, Se_2, Te_2).

Une étude systématique et approfondie d'un spectre de résonance n'existait jusqu'en 1929 que pour l'iode et cela se comprend parce que les molécules diatomiques autres que I_2 fournissent une fluorescence très faible; d'où difficulté des études à grande dispersion, des recherches sur les influences des facteurs physiques (température, pression, ...). C'est pourquoi pour l'étude commencée récemment de S_2, Se_2 et Te_2 on a réalisé des sources excitatrices très intenses; on était évidemment amené à penser à fabriquer des arcs à Hg très puissants adaptés à ce genre de recherches; on leur donna, par exemple, la forme d'un anneau en quartz entourant l'ampoule contenant la vapeur. Nous parlerons d'abord de quelques résultats obtenus pour le soufre.

On a pu dans cette vapeur exciter de nombreuses séries de résonance; certaines d'entre elles sont constituées de doublets de rotation conformes à la théorie indiquée plus haut; les autres séries sont composées de multiplets très compliqués dont certains comportent jusqu'à 35 raies.

Nous avons vu que la théorie prévoit l'émission de séries de doublets. Comment expliquer la complexité de certaines séries de résonance? Plusieurs causes peuvent être invoquées, dont nous allons examiner les plus importantes.

A. *La raie excitatrice recouvre plusieurs raies d'absorption.* — C'était l'explication qu'avait don-

née Wood pour les multiplets observés dans l'iode.

B. *Exception au principe de sélection* ($m' - m = \pm 1$). — Sous l'influence des chocs ou si la liaison entre les noyaux n'est pas suffisante, le principe de sélection n'est plus vaide, de sorte que l'on peut avoir

$$m' - m = \pm 1, \pm 2, \ldots$$

Cette exception au principe de sélection peut se produire soit dans l'absorption, soit dans l'émission, soit dans les deux cas.

On peut très aisément déterminer les raies supplémentaires apparaissant ainsi. Comme les chocs sont assez rares aux pressions où l'on étudie le spectre de résonance, ces raies « anormales » devront être faibles par rapport aux raies de rotation et leur intensité devra varier fortement avec la pression.

C. *Influence des isotopes.* — On sait que les recherches des isotopes au moyen des spectres de bandes ont été activement poussées dans ces dernières années. Les spectres de bandes se sont révélés le complément extrêmement utile du spectrographe de masses d'Aston.

Considérons une molécule ($M_1 M_2$) et supposons que M_2 ait 2 isotopes de masses atomiques M'_2 et $M'_2 + \Delta M'_2$; on pourra avoir deux espèces de molécules (M_1 M'_2) et (M_1, $M_2 + \Delta M'_2$). Ces deux molécules auront des moments d'inertie différents. La formule de l'énergie de rotation

$$\frac{m(m+1).h^2}{8\pi^2 J}$$

sera différente pour les deux cas. D'où des doublets de rotation d'écartement différent.

Nous montrerons que, selon toutes vraisemblances, la cause A explique l'aspect complexe des multiplets du Soufre; mais il y a aussi un effet dû aux isotopes.

Considérons un multiplet avoisinant une raie excitatrice. Si la cause A existe seule, toutes les raies doivent se grouper à la raie excitatrice de manière à former des doublets de rotation d'écartements

$$\Delta\nu = 4B''(m' + 1/2).$$

Une discussion des $\Delta\nu$ avoisinant différentes raies excitatrices a permis de déterminer la valeur de B'', donc celle de J''. On a trouvé

$$J'' = 70.10^{-40} \text{ C.G.S.}$$

Presque simultanément, deux physiciens américains (A. Christy et S. Meiring Naudé) trouvaient par l'examen complet du spectre d'émission de S_2

$$J'' = 67.10^{-40} \text{ C.G.S.}$$

On voit que l'accord entre le résultat obtenu en partant des spectres de résonance et celui obtenu par le classement des raies de rotation est parfait.

La distance des atomes de soufre dans la vapeur S_2 est, en partant de J''

$$d = 1.603 Å.$$

D'ailleurs à l'intérieur du cristal de soufre, la distance minimum des atomes de S est environ 2,05 Å. La distance entre les atomes de la molécule d'atomique gazeuse est donc un peu inférieure (20 %) à la distance entre deux atomes voisins, évaluée au moyen des rayons X dans le réseau cristallin du corps solide.

Si on examine les multiplets, on trouve que les raies peuvent s'associer à la raie excitatrice pour former des doublets de rotation $\Delta\nu = 4B''(m' + 1/2)$. Les valeurs de m' que l'on trouve sont parfois paires, parfois impaires. On trouvera, par exemple,

$$m' = 32,\ 30,\ 26,\ 23,\ 19,\ 14,\ 15.$$

Ceci va nous conduire à la conclusion que le soufre présente sûrement des isotopes.

En effet, dans un mémoire récent, les deux physiciens cités plus haut ont effectué l'analyse du spectre des molécules S_2. Ils ont trouvé que dans l'état excité électroniquement, les niveaux de rotation impairs manquent, tandis que dans l'état inférieur, ce sont les niveaux pairs qui manquent. Ce fait (absence alternative des niveaux de rotation) indique que le moment angulaire interne (spin) du noyau S_{32} est nul. Les bandes étudiées sont les plus intenses du spectre et sont évidemment dues à la molécule $S_{32}S_{32}$.

Nous avions dit que les valeurs trouvées pour m' étaient tantôt paires, tantôt impaires. Il est donc certain qu'il existe des molécules S_2 ayant des niveaux de rotation excités non exclusivement pairs. Les recherches des physiciens américains montrent que ce ne peuvent être des molécules $S_{32}S_{32}$. On est donc bien obligé d'admettre qu'il existe des molécules $S_{32}S_x$, c'est-à-dire résultant de la liaison de deux atomes isotopes de soufre.

Effectivement, Aston, au moyen du spectrographe de masses, a trouvé qu'environ 97 % du poids atomique de S sont dus à S_{32}; les 3 % restants sont dus à S_{33} et S_{34}.

Les intensités des raies de fluorescence ne peuvent donner aucune indication; elles résultent en particulier des 4 facteurs suivants :

1° intensité de la raie d'absorption à l'intérieur du spectre d'absorption;

2° intensité de la portion de la raie excitatrice coïncidant avec la raie d'absorption;

3° densité en molécules donnant la raie d'absorption considérée;

4° probabilité d'émission.

La densité moléculaire (facteur 3°) est certainement plus faible pour $S_{32}S_{33}$ ou $S_{32}S_{34}$ que pour $S_{32}S_{32}$. Mais on ne sait rien des facteurs 1° 2° et 4°.

Ce résultat paraît intéressant, parce qu'il constitue une nouvelle application des spectres de résonance, celle de la recherche des isotopes.

Nous avons parlé plus haut des nombres quantiques m' de rotation trouvés pour les molécules donnant les composantes des multiplets de résonance. Mais nous avons dit qu'on observait également dans le soufre S_2, des doublets. La mesure des $\Delta\nu$ donne pour les m'

$$m' = 9,\ 20,\ 46,\ 47.$$

Si on calcule le nombre quantique de rotation m'' du plus grand nombre de molécules (loi de Boltzmann) on trouve

$$m''_0 = 25.$$

Les valeurs trouvées pour m' sont donc bien du même ordre de grandeur que m''_0.

Après tous ces développements où il s'agissait plutôt des raies de rotation, nous passerons à la question de l'énergie de vibration.

Différents problèmes se présentent en effet dans ce domaine : la question du schéma de niveaux d'abord (ou si l'on veut de la formule générale du spectre de bandes). Ce schéma est dressé en partant du spectre d'absorption; mais la connaissance d'un certain nombre de séries de résonance permet de discuter l'arrangement de ce schéma. D'ailleurs, l'établissement de la formule exacte des termes de vibration permet d'après la formule donnée plus haut de déterminer la chaleur de dissociation de la molécule. Il y a aussi à discuter les questions de probabilités de passage entre niveaux. Enfin, il faut discuter les perturbations qui se présentent dans les niveaux de vibration, surtout au voisinage de la prédissociation.

Ceci exige qu'on possède le plus possible de séries de résonance de l'élément en question. Nous avons vu que l'arc à Hg avait déjà fourni un certain nombre de raies excitatrices. On s'est attaché à en trouver d'autres et on y a réussi en employant des raies intenses de l'arc au cuivre, de l'étincelle d'argent et de l'étincelle de magnésium. Par le fait même d'ailleurs, on a pu préciser les conditions d'excitation de la vapeur S_2, et en particulier déterminer le domaine d'excitation de la fluorescence. Finalement on a été en possession de 16 séries, dont on connaissait bien les longueurs d'onde des différents termes, les raies excitatrices allant de 2894 à 3655 Å.

Si le schéma des niveaux tel qu'il avait été établi à partir du spectre d'absorption était exact, on devrait être à même de placer dans ce schéma les 16 raies excitatrices et en déduire les différents termes de vibration.

Or cela est impossible. La question inverse se posait donc : déterminer par le calcul les niveaux p'' auxquels correspondent les différentes raies excitatrices, afin d'aider le physicien qui voudrait établir un nouveau schéma de niveaux de S_2, c'est-à-dire une nouvelle formule des bandes de S_2. C'est ce qui a été fait.

De même, les autres questions (chaleur de dissociation, perturbations, lois de Condon, ...) ont pu être étudiées.

*
**

Parallèlement aux molécules diatomiques de soufre, on a travaillé les autres éléments de la sixième colonne verticale du tableau périodique des éléments, savoir le sélénium et le tellure. On devait en effet logiquement s'attendre à trouver des résultats analogues.

La question des multiplets de résonance de Te_2 et Se_2 a pu être interprétée comme celle de S_2.

Pour le tellure, on a discuté tout ce qui concerne les énergies de vibration. On a obtenu 12 bonnes séries excitées par des raies de Hg, MgII, PbII, N, CdI, CdII.

Dans certains cas, les fluorescences obtenues offrent des particularités à première vue bizarres (variations assez brusques de coloration et d'intensité lorsque la température et la pression varient); ces variations sont dues à la réabsorption, à l'influence des chocs de seconde espèce et à la variation des bandes d'absorption; elles sont actuellement à l'étude.

Le sélénium a aussi commencé à faire l'objet de recherches analogues.

La mise en parallèle des résultats relatifs aux molécules de ces trois éléments semblables de la sixième colonne verticale permettra probablement de tirer des conclusions intéressantes.

Nous espérons que ce modeste exposé aura pu montrer l'intérêt que présentent les recherches sur les spectres de fluorescence des vapeurs. Nous serons heureux de fournir la documentation complémentaire aux lecteurs que la chose intéresserait.

P. Swings,
Institut d'Astrophysique de l'Université de Liége
(Belgique).

L'ŒUVRE ZOOLOGIQUE DU PROFESSEUR RENÉ KŒHLER

(1860-1931)

Le nom de René Kœhler n'est pas celui d'un inconnu pour la plupart des lecteurs de la *Revue générale des Sciences*. Ceux d'entre eux, et ils sont nombreux encore, qui ont suivi les progrès du périodique depuis sa fondation, se rappellent les excellentes notices de zoologie et les judicieuses analyses bibliographiques portant sa signature. Ami personnel de Louis Olivier, le créateur de la *Revue*, il lui accorda sa collaboration afin de contribuer au succès. Aussi est-ce justice de rappeler ici sa mémoire à l'occasion du premier anniversaire de sa mort, et de l'honorer ainsi qu'il convient à un savant de sa valeur.

Les biographies des hommes de science ont souvent un défaut : elles considèrent l'œuvre plutôt que l'ouvrier. Elles énumèrent volontiers les mérites des travaux publiés, et n'accordent qu'une attention plus restreinte aux personnalités de ceux qui les ont accomplis. Pourtant, la qualité des uns est en raison directe de celle des autres, de l'esprit qui les a conçus, des yeux et des mains qui les ont exécutés; et il faut considérer sans cesse, pour bien juger, la pensée dirigeante à côté des faits qu'elle a su rassembler. Vue nécessaire, mais parfois difficile à obtenir, car les documents sont souvent incomplets, tandis que les résultats matériels s'ouvrent plus aisément aux investigations. Il n'en sera pas ainsi pour la présente notice concernant René Kœhler. C'est, en effet, une des plus pures joies de ma vie scientifique que de l'avoir menée à côté de la sienne, depuis la date, remontant à un demi-siècle, où toutes deux se sont rencontrées, pour garder sans répit, par la suite, leur cordiale sympathie du début. Ayant vu en lui l'ouvrier à l'œuvre, je puis aujourd'hui les évoquer ensemble, dans un affectueux rappel, où l'estime scientifique ne se sépare point du souvenir conservé à l'ami disparu.

René Kœhler, né à Saint-Dié, en 1860, dans une famille industrielle, vint tout jeune à Nancy, ses humanités terminées, pour y commencer des études de médecine. L'ambition de ses parents, et la sienne, consistaient alors à faire de lui un bon praticien. Mais son intelligence éveillée, et sa complexion laborieuse, ne tardèrent point à l'entraîner plus loin qu'il ne l'avait prévu. Sans négliger la Faculté de Médecine, il se rendit en outre à la Faculté des Sciences, et la fréquenta avec goût, avec fruit, au point d'obtenir rapidement le diplôme de licencié es sciences naturelles. Puis, conséquence de son succès, le poste de préparateur dans la chaire de zoologie étant devenu vacant, on le lui proposa, et il l'accepta. Son ambition se préparait à changer de route. Au lieu de s'orienter vers une carrière médicale, elle commençait à se diriger du côté des études de laboratoire et du professorat.

Son caractère réfléchi et opiniâtre le portant à ne rien entreprendre à demi, il écouta volontiers le conseil de son professeur, qui l'engageait à préparer une thèse de zoologie en vue du Doctorat es sciences. Et, déjà désireux de voir du pays comme de développer ses jeunes connaissances en les portant sur des sujets nouveaux, il se rendit à Marseille, au laboratoire de zoologie marine que dirigeait alors un naturaliste réputé, A.-F. Marion, dans le but de faire sa thèse sur des animaux de la mer. Marion lui ayant donné comme sujet l'étude anatomique et systématique des Oursins irréguliers de la région, il se mit à la tâche sans désemparer. Ceci se passait en 1881. Pendant plusieurs mois, durant toute la période des vacances, il travailla sans perdre un jour. A côté de lui, dans la même salle, je commençais ma thèse sur les Ascidies, et notre camaraderie s'ébaucha, qu'aucun nuage, par la suite, ne devait jamais voiler.

Marion était, à la fois, naturaliste expérimenté, professeur excellent, fervent animateur. Ses leçons, ses conversations, pétillaient d'originalité et d'entrain, tout en observant une rigoureuse méthode scientifique. Plus descripteur qu'anatomiste, il tenait pour essentiel aux zoologistes d'aller chercher eux-mêmes dans la nature les objets de leurs études, et de procéder en personne à ces investigations, tout en les complétant par le minutieux travail du laboratoire. Aussi accordait-il le plus clair des ressources dont il disposait à l'entretien permanent d'une barque de pêche, et conviait-il ses élèves à participer aux dragages qu'il faisait effectuer dans toute l'étendue du golfe de Marseille. Kœhler, participant à ces sorties, ne tarda point à se passionner pour elles. Résistant à la mer, aguerri dès la première fois, il comptait parmi les plus ardents à fouiller la poche du filet, ou à scruter les moindres anfractuosités des rochers de la côte. Cette sorte de prospection zoologique, dans le magnifique cadre du ciel provençal et du rivage méditerranéen, contribua grandement à développer en lui ce qui n'existait encore qu'en germe. Venu étudiant, il repartit zoologiste éprouvé.

Il fit au laboratoire de Marseille, en 1882, un second séjour, destiné à lui permettre de compléter les observations nécessaires à l'achèvement

de ses recherches, et, en 1883, il conquit à deux reprises le diplôme de Docteur : celui de médecine avec une thèse de physiologie comparée sur l'action des poisons chez les Invertébrés, et celui des sciences naturelles avec la thèse qu'il venait de composer sur les Oursins irréguliers. Ce second diplôme, remporté en Sorbonne devant un jury qui ne lui ménagea point les éloges, lui permit, dès l'année suivante, de gravir un autre échelon dans la hiérarchie professorale, et de devenir Maître de conférences de zoologie dans la Faculté même où, peu d'années auparavant, il n'était encore qu'un jeune débutant.

Un succès aussi rapide, loin de l'arrêter pour jouir paisiblement de sa dignité nouvelle, ne fit qu'exciter son zèle. Ayant été saisi par l'esprit d'investigation, la satisfaction qu'il pouvait éprouver en se livrant à des travaux de laboratoire, et en s'acquittant de ses devoirs d'enseignement, devenait insuffisante. Il était pris par la fièvre de l'exploration et de la recherche océanographique. Un zoologiste complet, aussi soucieux des minutieuses observations anatomiques que des actives études de faunes et de milieux marins, venait de se lever en lui. S'il employait l'année scolaire à s'occuper des premières, il pouvait, pendant les mois de vacances, se livrer aux secondes; et c'est ce qu'il fit. Il chercha, pour commencer, une région encore peu fouillée, porta son choix sur les îles Anglo-Normandes, et s'y rendit à plusieurs reprises, jusqu'en 1886.

Son outillage était léger. Son occupation principale consistait à courir les grèves et les rochers, aux basses marées, en recueillant sur place les animaux qu'il trouvait : cueillettes intéressantes et passionnantes, que les zoologistes connaissent bien, mais qui procurent seulement des espèces littorales, les autres se tenant au large, ou ne s'échouant sur le rivage que par accident. A divers intervalles, la location d'un bateau et l'emploi d'une petite drague lui permirent d'augmenter le nombre et la qualité de ses prises. La collection ainsi rassemblée avait son importance, et contenait même des pièces de choix, telle une espèce nouvelle de Balanoglosse, dont le nom spécifique (*sarniensis*), créé par lui, rappelle l'île de Sark où, pour la première fois, elle a été trouvée.

Récolter des animaux, et en faire collection, comme les botanistes pour des plantes, et les géologues pour des fossiles, constitue certainement, de lui-même, un travail méritoire; mais il ne fonde qu'une base de documentation. La suite consiste à étudier davantage, à scruter les résultats, à les faire connaître dans une publication. Le laborieux Kœhler n'eut garde d'y manquer. Dès son exploration terminée, il publia, en 1886, ses *Recherches sur la faune marine des îles Anglo-Normandes*, où les listes de ses trouvailles sont mentionnées, avec toutes les conclusions anatomiques et zoogéographiques que l'on pouvait en tirer.

Mis en goût par ce succès, il voulut persévérer, étendre le domaine de ses investigations, et, après avoir étudié la faune marine de la Manche, il revint vers la Méditerranée, qui, jusqu'à ses derniers jours, fut pour lui la mer préférée. Il se rendit plusieurs fois à la Station zoologique de Cette. Puis, utilisant son titre de Docteur en médecine, il s'engagea à diverses reprises, pendant les vacances, comme médecin de bord dans des paquebots longs-courriers. Il visita donc, en zoologiste, au gré des escales, brièvement mais suffisamment, l'Afrique du Nord, l'Asie mineure, la Grèce, la Mer Noire, les Antilles. Son habileté de photographe, qui le conduisit à publier un intéressant ouvrage sur la photographie appliquée aux sciences naturelles, lui permit, malgré la rapidité des voyages, d'en ramener d'intéressants matériaux.

Entre temps, il avait quitté la Faculté des Sciences de Nancy pour celle de Lyon, où la chaire de zoologie devait lui revenir après peu d'années. Là, ses connaissances en photographie ne tardèrent point à lui donner accès chez la célèbre famille Lumière, dont un mariage lui permit bientôt de faire partie. Devenu doublement Lyonnais, grâce à cette union et à sa nomination professorale, il s'apprêta à se fixer définitivement dans une ville qui lui convenait pleinement, par son caractère de travail persévérant, de discrétion, de silencieuse et ferme résolution.

Mais il ne voulut point interrompre ses investigations faunistiques marines, et, disposant alors de ressources plus vastes, il eut la pensée de les consacrer à une entreprise plus relevée que celles d'autrefois. Ses explorations précédentes s'étant nécessairement limitées aux faunes littorales, il résolut d'en accomplir une autre dans les grands fonds de la mer. Telle est l'origine de la croisière du *Caudan*, dont il fut, à la fois, le promoteur, l'organisateur, et le directeur des travaux à bord.

Le souvenir de cette croisière, effectuée en 1895, déjà vieille de trente-sept ans, s'est presque effacé. Elle eut pourtant son renom, bien qu'elle ait été brève, deux semaines seulement, et peu étendue, n'ayant porté que sur le golfe de Gascogne. Elle a renoué une tradition française, celle des croisières du *Travailleur* et du *Talisman*, accomplies une douzaine d'années au-

paravant. Elle la maintenait en face des études océanographiques effectuées par les Etats-Unis, l'Allemagne, l'Angleterre, l'Italie, études qui s'annonçaient, ou s'accomplissaient. Les importantes campagnes du Prince Albert Ier de Monaco n'en étaient qu'à leur début. La modeste entreprise du *Caudan*, en son temps, a donc eu sa valeur.

Il fallait cependant, à celui qui la tentait ainsi pour la seule satisfaction de ses désirs savants, un courage peu banal. Eloigné de la mer, puisqu'il habitait Lyon, n'ayant ni bateau, ni instruments de sondage et de dragage, il devait tout improviser. Sa foi scientifique le conduisit pourtant à une réussite complète. Grâce à ses relations, à l'aide de plusieurs amis, à des subventions officielles, les ressources nécessaires furent réunies, et le bateau fut choisi de manière à pouvoir être muni des machines indispensables aux pêches dans les grandes profondeurs. Ces machines, commandées et construites sous la surveillance et d'après les plans de Kœhler lui-même, étaient montées à bord sous son contrôle. En quelques semaines de travail, l'aménagement matériel fut complètement mis au point.

Le bateau était le *Caudan*, aviso-remorqueur du port de Lorient, long de 45 mètres, déplaçant 365 tonnes, capable de tenir la grosse mer en traînant le chalut. Son équipement océanographique fut terminé vers le milieu du mois d'août; et, sans plus attendre, la croisière eut lieu. Une commission de naturalistes, composée de Kœhler, du réputé minéralogiste Thoulet, du biologiste philosophe Le Dantec, alors maître de conférences de zoologie à Lyon, et de moi-même, s'installa à bord pour veiller au choix et à la conservation des récoltes, comme pour procéder aux diverses constatations utiles. Et, bien que cette installation, tout en offrant le nécessaire, manquât de confortable, l'entrain et la bonne humeur ne cessèrent de se maintenir, favorisés d'ailleurs par une mer souvent belle, et toujours maniable aux engins.

Le départ de Lorient fut pris le 19 août. Le projet de Kœhler consistait à traîner le chalut, de préférence, dans les profondeurs moyennes, autour d'un millier de mètres, niveau que les expéditions antérieures, surtout désireuses de draguer dans les très grands fonds, avaient souvent négligé. Il comptait y trouver une faune abondante, variée, peu connue encore; et l'événement a justifié sa présomption, ces zones portant sur elles, en nombre de points, une pullulation vivante inégalée ailleurs. La route, en partant, fut menée en direction sud-ouest, puis plein sud, jusqu'en vue des côtes d'Espagne, après quoi celle du retour fut dirigée de manière à rejoindre le port de Lorient. Dans le premier sens, on descendit le chalut jusqu'au voisinage de 2.000 mètres de profondeur; on se contenta, dans le second, après une rupture survenue au câble, de draguer seulement à quelques centaines de mètres.

La rentrée au port ayant eu lieu le 2 septembre, cette croisière n'avait duré qu'une quinzaine de jours. Malgré sa brièveté, et comme le travail des dragages ne subissait aucune interruption, les récoltes d'animaux furent abondantes et variées. A plusieurs reprises, l'engin remonta poche pleine et bondée, ayant traversé sur le fond des fourrés compacts de Coraux blancs, ou traîné sur de vastes prairies d'Hexactinelles. Dès le halage à bord, les échantillons étaient pris, nettoyés, plongés dans l'alcool, emballés dans des boîtes ou des bocaux. La quinzaine écoulée, et la croisière finie, la collection rassemblée occupait, dans sa soute spéciale, un espace impressionnant.

On retrouve, dans la suite, l'influence du caractère ferme et décidé de Kœhler. Il ne lui suffisait pas de chercher des matériaux, de les découvrir, puis de les conserver en une riche collection; encore lui convenait-il de les utiliser, de les étudier en les décrivant, et les faisant connaître. Dès l'hiver suivant, la collection fut répartie entre un certain nombre de naturalistes, qui s'engagèrent à examiner sans délai les groupes dont ils consentaient à se charger, et qui, effectivement, tinrent leurs promesses. Kœhler, de son côté, prit toutes mesures capables d'assurer la publication rapide des mémoires qu'il recevait à cet égard. Et, dès l'année suivante, en 1896, les résultats obtenus par cette croisière furent imprimés, en trois fascicules, dans les *Annales de l'Université de Lyon*, Kœhler s'y étant réservé, pour lui-même, l'étude des Echinodermes, et celle des Poissons.

Kœhler, vers cette date, approchait de la quarantaine, âge où l'esprit mûri, fort de l'expérience acquise, plein de vigueur encore, s'apprête à tirer le meilleur parti de ses ressources, et à réaliser l'avenir dont il détient l'espoir. Les uns, se repliant sur eux-mêmes, se livrent alors à leurs inclinations préférées, en profitant des résultats obtenus. D'autres ne se contentent pas de ces satisfactions, et, tout en ne les écartant point, s'apprêtent à persévérer, à s'efforcer mieux qu'auparavant, à entreprendre des œuvres nouvelles plus parfaites que celles de leur jeunesse disparue. Kœhler était de ceux-là. Sa situation professorale, ses obligations familiales, lui interdisant désormais de courir longuement le monde en naturaliste explorateur, il résolut d'appliquer à l'étude descriptive détaillée d'un groupe important d'ani-

maux la somme des connaissances longuement et patiemment acquises par lui.

La systématique zoologique ne lui paraissait point aussi simple, ni aussi étroite, qu'au descripteur habituel de pièces de collection. A ses yeux, elle représentait l'aboutissant entier des études entreprises sur l'ensemble des animaux, celles de la morphologie et de la morphogénie comme celles de la biologie. L'analyse descriptive n'est pas seulement un dénombrement; elle est aussi un choix, et une mesure. Elle conduit à une synthèse. La classification ne dresse pas strictement un répertoire; elle est surtout, et avant tout, un bilan. Il l'entendait bien de la sorte. Son enseignement magistral devant ses élèves, ses recherches antérieures, ses dissections minutieuses, ses investigations océanographiques, lui ouvraient des perspectives dépassant de loin les simples diagnoses des travaux strictement descriptifs. Ces diagnoses sont nécessaires, et utiles; mais à la condition d'aller plus loin que leurs détails, afin de les grouper et de les ordonner conformément aux indications de la nature. Telle était sa pensée, et telle fut aussi la conduite qu'il a observée, celle d'un zoologiste à qui rien de sa science n'était étranger.

Un tel tableau analytique et synthétique ne doit point se disperser, ni éparpiller sa curiosité, sur un trop grand nombre de groupes différents. Cette spécialisation raisonnée, appuyée sur de préalables études générales, comporte une obligation, qui consiste à savoir se limiter, ou plutôt à chercher de ne se mouvoir que dans un groupe déterminé, afin de bénéficier d'une netteté de vues, et d'une justesse d'appréciations, données par la continuité d'une comparaison toujours attachée à des objets semblables. Le groupe choisi par lui, et dont il ne s'éloigna jamais par la suite, fut celui des Echinodermes. Il revenait ainsi, grâce à cette préférence, aux premiers êtres sur lesquels ses investigations s'étaient jadis portées. Et ce retour devint, en son esprit, l'un des motifs déterminants de son choix; d'autant qu'il n'avait point cessé, dans ses diverses recherches, d'accorder à ce groupe une prépondérante attention.

Il y eut cela certainement, mais il y eut autre chose encore, qui réside dans la valeur différente des sections de la systématique, les unes paraissant plus intéressantes que les autres du point de vue général. Celle des Echinodermes compose un embranchement de haute valeur, fermé, doué d'une structure originale, différente de tout ce que l'on constate par ailleurs. Dans la nature vivante, il n'est aucune forme faisant réellement liaison entre ces êtres et les autres animaux. Leur organisme possède un système hydrophore compliqué, dont l'équivalent n'existe nulle autre part. Malgré le degré élevé de leur structure anatomique, cette dernière s'agence selon les directives d'une symétrie rayonnée, qui rappelle chez eux les dispositions des animaux les plus simples. Très variés d'autre part, établis à tous les niveaux dans toutes les mers du globe, on comprend qu'un zoologiste aussi avisé et aussi expert que l'était devenu Kœhler ait été tenté par le désir d'entreprendre sur eux une vaste étude approfondie. Ce ne fut point hasard, ni rencontre accidentelle, mais idée réfléchie, s'apprêtant par avance à scruter et à évaluer justement.

La systématique des Echinodermes, Oursins, Ophiures, Astéries, Encrines, Holothuries, était, à cette époque, vers la fin du dix-neuvième siècle, assez obscure et embrouillée. Non pas qu'elle manquât de mémoires consacrés à l'exposer, car la bibliographie en était richement pourvue, mais les descriptions consignées dans ces travaux prêtaient souvent à de notables confusions. La plupart d'entre elles étant privées de dessins explicatifs, ou se trouvant accompagnées de dessins insuffisants, les espèces ne se laissaient distinguer souvent, et reconnaître, qu'avec difficulté. Beaucoup portaient plusieurs noms dissemblables. Chaque spécialiste limitait sa recherche aux exemplaires qu'il possédait, sans trop s'aviser de les comparer aux échantillons types, déposés parfois dans des collections éloignées. Kœhler résolût de ne point s'attarder à de tels désavantages, et suivit une méthode toute contraire. Il s'attacha d'abord à n'étudier que d'amples collections, lui apportant ainsi toutes les pièces utiles à de précises comparaisons. Ensuite, il prit le parti, profitant à la fois de ses talents de photographe et des facilités à lui offertes en ce sens par l'installation des usines Lumière, de reproduire par la photographie toutes les pièces et les parties de pièces qu'il étudiait, de manière à n'enregistrer scientifiquement, d'une manière exacte, et sans rien oublier, que des documents d'une incontestable netteté.

Le résultat en a été un ensemble de mémoires de premier ordre, et d'une prodigieuse accumulation, tous se trouvant accompagnés, on devrait dire rehaussés et expliqués, par une illustration des plus riches et des plus soignées. Leur série commence en 1899 sur un volume consacré aux Ophiures de mer profonde recueillis dans l'Océan Indien par la croisière de l'*Investigator*, volume accompagné de 14 planches. Elle continue en 1902 par la publication, avec 8 planches, des Echinides et des Ophiures de la croisière de la *Belgica* dans les murs antarctiques. Puis vient une suite considérable de travaux relatifs aux Ophiures : ceux de l'expédition mondiale du *Si-*

boga (54 planches), ceux des expéditions du *Travailleur* et du *Talisman* (4 planches), ceux des collections appartenant au Muséum national d'Histoire Naturelle (5 planches).

L'énumération se prolonge ensuite, en 1907, avec les Astéries de l'*Investigator* (13 planches), en 1909 avec les Echinodermes de la mission Gruvel sur la côte occidentale d'Afrique (3 planches), en 1910 avec les Astéries du Musée de Calcutta (20 planches), en 1913 et 1914 avec les Ophiures du Musée national des Etats-Unis (18 planches) et les Echinides du Musée de Calcutta (20 planches). Après l'interruption de la grande guerre, et même vers la fin de la période des hostilités, elle reprend en 1917 avec un mémoire sur les Echinodermes des îles Kerguelen (30 planches), puis s'affirme, après un long travail préparatoire, dans un mémoire sur les Ophiures de l'archipel des Philippines, publié en 1922 avec 103 planches. Viennent ensuite, en la même année 1922, un travail avec 15 planches sur les Echinides irréguliers du Musée de Calcutta, puis, en 1923, la description des Astéries et des Ophiures antarctiques recueillies par l'expédition suédoise (15 planches), en 1927 un complément à celles des Echinides du Musée de Calcutta (27 planches), et, pour terminer, en 1930, à la veille de la mort, celle des Ophiures de la Malaisie et de l'Australie (22 planches).

L'auteur de cette extraordinaire somme d'études et de descriptions, éclairée et précisée grâce à cette illustration grandiose et parfaitement adéquate à son but, fait ainsi figure, dans sa spécialité, de grand zoologiste international et mondial. On accourt vers lui pour tout ce qui touche à la connaissance systématique et à la classification des Echinodermes ; on lui soumet de partout des matériaux et des documents. La plupart des collections importantes du globe ont ainsi passé sous ses yeux, ou furent remaniées selon les indications données dans ses ouvrages. Expansion presque universelle, qui ne l'a point empêché, toutefois, d'accorder une attention soutenue à la faune de notre pays. Il a publié, en 1921, dans la série de la *Faune de France*, le volume destiné aux Echinodermes. Puis, quelques années plus tard, en 1924, il lui a donné une suite, et un complément, en consacrant aux « Echinodermes des mers d'Europe », deux autres volumes de l'*Encyclopédie scientifique*, des éditions G. Doin. Ouvrages généraux, qui, à l'exemple des mémoires spéciaux et détaillés, se recommandent par une illustration abondante, précise, complète.

Le maniement des milliers d'échantillons qu'il lui fut nécessaire d'examiner avec soin n'a pas eu, comme seule conséquence, la description des formes nouvelles ou douteuses qui passaient sur sa table de travail. Les individus, dans le groupe multiple et divers des Echinodermes, n'ont pas tous une conformation régulière et normale. Plusieurs d'entre eux, relativement rares, présentent, à divers degrés, des dispositions aberrantes, monstrueuses, relevant de la tératologie, dont l'importance est grande, afin de pouvoir apprécier les modalités de la singulière symétrie radiaire que possèdent ces êtres. Kœhler, en morphologiste doublé d'un biologiste, n'a pas omis de tenir compte de ces anomalies. Il les a collectées, comparées, et a fait connaître leurs particularités, avec ses sentiments à leur égard, dans plusieurs mémoires, dont le plus considérable, relatif aux Echinides, a paru, en 1924, dans les *Annales de l'Institut Océanographique*, accompagné de 32 planches.

Ce formidable labeur s'est maintenu, sans arrêt, pendant plus de trente ans, jusqu'au dernier moment, en 1931. Durant un tiers de siècle, Kœhler a travaillé, a classé, a décrit. Dans sa puissante élaboration, ayant attaché sa spécialisation de descripteur, non pas à une courte section telle qu'une famille ou un ordre, mais à un embranchement entier, et s'étant tourné vers elle après une solide préparation générale, il a su imprimer à ses études un relief et une ampleur qui leur donnent leur entière et immense portée. L'énorme total de ses publications échinologiques, avec leurs centaines d'espèces, ne perdra, de longtemps, ni son mérite, ni son utilité ; il constituera, pour les zoologistes désireux de s'éclairer sur un embranchement aussi remarquable, un répertoire auquel ils devront toujours recourir, servant ainsi d'exemple et de modèle, exemple de choix expert, modèle de large construction. Kœhler, parmi les naturalistes de notre époque, et les maîtres de la zoologie descriptive, se place au tout premier rang.

La description d'histoire naturelle, quand elle monte à un tel niveau, cesse d'être une froide et sèche nomenclature. Elle devient vivante, à l'égal de la nature, qu'elle s'efforce de figurer et d'expliquer. Elle en dresse un tableau intégral, multiple et divers comme elle, mais ordonné et correct, où rien ne se met à l'écart. Appuyée sur la triple connaissance de la structure, de la fonction, de la répartition géographique, elle exprime pleinement les choses telles qu'elles sont. Ainsi en est-il de l'œuvre zoologique de René Kœhler.

Louis Roule,
Professeur au Muséum.

GŒTHE ET LA SCIENCE

Introduction

Gœthe[1], Schiller, mais c'était pour moi toute la littérature allemande. Les autres écrivains n'étaient que des comparses.

A l'école cantonale de Saint-Gall où le professeur Gœtzinger nous faisait lire et apprendre ces drames et ces poésies, on nous insufflait l'enthousiasme le plus grand pour Gœthe, ce géant des lettres germaniques... ce géant, tout court, — pourrait-on dire. Avec une émotion intense, nous lisions *Hermann et Dorothée* et les aventures du jeune Werther. Quant à *Faust*, on l'épluchait vers après vers. On faisait l'exégèse du texte comme on fait celle des Livres Saints en théologie. En un mot, si Gœthe n'était pas un dieu pour nous, il était tout au moins une idole. Chaque mot tracé de sa main était *tabou*.

Et voilà que, 40 ans après, lorsque des recherches bien terre à terre ont rempli ma vie, alors que, fidèle disciple de John Briquet, je me suis conformé à ces *Lois de la nomenclature botanique* dont le principe est l'obligation d'une bibliographie complète des sujets, c'est-à-dire une recherche rigoureuse de la priorité des découvertes scientifiques... C'est alors, — avec cette déformation professionnelle — que j'ai dû relire Gœthe... Non pas ses vers immortels, mais ce qu'il a écrit sur la science de son époque.

Vous imaginez le résultat? Ce fut lamentable! L'idole, précipitée de son piédestal, fut réduite en poussière et il n'est resté qu'un homme, exceptionnellement intelligent sans doute, passionné pour l'étude, mais susceptible de commettre des erreurs et que son imagination prodigieuse et sa prodigieuse facilité d'expression ont entraîné sur toutes les routes du savoir humain pour y proclamer des idées justes ou fausses, nouvelles ou anciennes, auxquelles la magnificence de son verbe, cependant, prêtait un attrait irrésistible.

Il est resté aussi, pour le naturaliste, un conseiller et un ami qui a montré la voie à suivre, afin de parvenir à la connaissance. Il a su dire — et avec quelle autorité — que l'homme n'était rien et que la vérité était tout. Il a été le maître dont l'éloquence a convaincu les hommes de chercher dans la nature et dans la nature seule, la solution des problèmes de la science, parce que, dit-il, *la nature a toujours raison et s'il y a une erreur, elle ne peut être due qu'à moi.*

Tout cela est exprimé magnifiquement, mais — hélas! — le savant moderne est insensible à la beauté, la réalité seule lui importe. Les théories périmées l'importunent, fussent-elles admirablement défendues. On fait aujourd'hui un bilan scientifique comme on fait un bilan financier.

Or, on demande le bilan des travaux scientifiques de Gœthe. En ce moment, je puis seulement tenter d'en poser quelques jalons.

Première Partie

Distinguons d'abord 4 groupes de publications :

1° *Celles qui ont trait à la physique.* — Il s'agit ici spécialement de la *Farbenlehre* (la théorie des couleurs). Ce sont 4 volumes de polémique contre cette notion, très élémentaire pour nous, que la lumière blanche est composée du mélange des diverses lumières colorées. Gœthe ne put jamais admettre cela; pour lui, la couleur est due aussi au substratum, elle est influencée par le contour des objets lumineux et surtout par l'interaction de la lumière et de l'obscurité. Cela ne veut pas dire qu'il n'y ait pas dans ces 4 volumes nombre d'observations justes, mais, il faut l'avouer, elles sont en général mal interprétées.

2° *Les publications géologiques.* — On sait que l'intérêt de Gœthe pour la géologie fut éveillé surtout par son désir d'être utile à la principauté de Weimar. Il y avait près d'Ilmenau d'anciennes mines de cuivre et Gœthe eut l'ambition d'en reprendre l'exploitation.

C'est pourquoi, il visita le Harz et, concluant par analogie, il conseilla au duc de reprendre les travaux. Cela fut fait en grande pompe, en 1784 et les travaux durèrent jusqu'en 1796, sans qu'on eût trouvé de minerai et après avoir subi de terribles inondations dans la mine.

Cette tentative coûta plus de 70.000 thalers et les soucis qu'elle causa à Gœthe ne seraient pas étrangers, dit Johannes Walter, au voyage que Gœthe entreprit pour se distraire en visitant l'Italie.

Néanmoins, des études qu'il avait faites en vue de se documenter sur les mines de cuivre, Gœthe garda une prédilection pour la géologie. En particulier les roches cristallines l'intéressaient beaucoup, parce que le granit accompagne toujours les schistes cuprifères dans ces régions : c'est au point qu'on le nomme la mère du minerai (die Mutter

1. Discours prononcé à l'Institut national genevois lors d'une séance où l'on commémorait le centenaire de la mort de Gœthe.
Pour la traduction des citations, je me suis tenu au texte du docteur F. Martins, et, là où j'ai tenté de traduire moi-même, je ne manquerai pas de citer aussi le texte allemand.

der Erzgänge). Gœthe en fit plusieurs collections dans les environs de Carlsbad, au Harz et ailleurs. Mais on sait combien les terrains cristallins ont prêté à des interprétations variées. On comprendra donc, qu'un poète, comme Gœthe, en ait tiré des conclusions nombreuses et qu'il ait même quelque peu varié à leur sujet dans le cours de sa vie. L'une de ses conclusions générales les plus frappantes, est évidemment exagérée, c'est lorsqu'il affirme que tous les granits et même d'autres roches cristallines sont de la même époque.

C'est simplifier un peu trop les choses!

Une autre erreur sensationnelle est son explication des trous de pholades creusés à 4 mètres de hauteur dans les colonnes du temple de Jupiter Serapis, à Pouzzoles. C'est là, l'exemple classique, cité dans tous les manuels de géologie, pour prouver les soulèvements et les affaissements successifs des rivages. C'est ainsi que le temple en question fut momentanément submergé et corrodé par les pholades.

Or, Gœthe affirme que le temple fut recouvert par des éruptions volcaniques qui comblèrent partiellement l'intérieur et le voisinage de l'édifice, puis, les eaux des ruisseaux auraient formé là un étang, précisément à la hauteur des trous de pholades. Plus tard, le temple aurait été exhumé par des entrepreneurs à la recherche de matériaux de construction.

Gœthe n'a oublié qu'une chose, c'est que les pholades sont des animaux vivant exclusivement dans l'eau de mer.

3° *Les publications botaniques.* — Là, Gœthe a eu la main plus heureuse et sa théorie de la métamorphose est parfaitement exacte. Toutes les parties de la fleur, dit-il, telles que sépales, pétales, étamines et carpelles, sont des feuilles transformées. Et il cite à juste titre, comme exemple à l'appui de cette opinion, les fleurs doubles, où l'on voit des étamines se transformer en pétales, et il décrit très exactement les roses et les œillets prolifères dont la fleur se continue en une tige feuillée ou en une nouvelle fleur, démontrant par là que le bourgeon floral n'est qu'un rameau transformé.

Il est incontestable que cette idée a été suggérée à Gœthe par l'observation de la nature, et qu'en 1790, il croyait avoir fait œuvre originale, mais il est incontestable aussi que Gaspard Fréderic Wolf a soutenu cela le premier et Gœthe, lui-même, le fait savoir et le proclame bien haut, en 1817, lorsqu'il publie à nouveau sa métamorphose suivie de nombreux commentaires plus récents.

Il se montre, là, sous un jour très favorable, car, bien loin d'éprouver du dépit, parce qu'il a été devancé par un confrère, il décerne au contraire de grands éloges à Wolf et se félicite d'apprendre que cette théorie a été déjà exposée. Cela prouve, dit-il, combien elle est juste et digne d'être adoptée par tout le monde.

Dans un autre domaine de la botanique, Gœthe soutient des idées justes, lorsqu'il se fait le défenseur du nouveau système de classification des familles naturelles des plantes, mais, en cela, il se fait l'écho des idées de son temps que Batsch et Buettner lui avaient enseignées; il ne s'en cache pas!

Enfin, il montre un esprit fort avisé de systématicien, lorsqu'il insisste sur les différences qui existent chez divers genres de plantes. Par exemple, il compare « les *gentianes*, où les espèces sont « nettement délimitées avec les *roses* qui se per- « dent dans un nombre infini de variétés ». Il ajoute : « J'ai désigné quelquefois ces genres sous « le nom de *libertins* et j'ai osé donner cette épi- « thète à la rose, ce qui ne saurait en rien amoin- « drir son charme. » — *Ah! Qu'en termes galants ces choses-là sont mises*, voudrait-on répéter après Molière.

4° *Les publications sur l'anatomie comparée.* — Ce sont les plus étendues et les plus variées. L'auteur s'efforce d'y établir un type animal. C'est en somme la théorie des types de Buffon et s'il est malaisé de se rendre compte aujourd'hui de ce que cela signifie, néanmoins, en suivant de près ses raisonnements, on verra qu'il s'agit du principe même de l'anatomie comparée, où l'on ne cherche pas à décrire un être dans toutes ses parties, mais où l'on étudie un seul organe et ses diverses formes chez diverses espèces d'animaux. On s'aperçoit alors que tous les animaux ont des organes homologues mais de formes très variées. Gœthe y voit une métamorphose qu'il met en parallèle avec celle des plantes et même avec celle des insectes.

Les naturalistes modernes, habitués à l'idée de l'évolution, croiront certainement qu'il y a là des allusions directes à la théorie du transformisme.

En maint endroit, Gœthe, dans sa manière de s'exprimer ou bien par des rapprochements de phrases, semble aboutir si évidemment à cette conclusion qu'on voudrait dire, comme les enfants qui jouent à la cachette : *il brûle*. Mais il tourne court, la conclusion manque.

On en arrive à se demander s'il n'a peut-être pas *osé* exprimer clairement sa pensée, ce qui n'eût pas été sans danger, évidemment, en Allemagne, avant le XIXe siècle, tandis que plus tard, vers la fin de sa vie, il semble avoir adhéré au transfor-

misme dans les éloges qu'il décerne à Geoffroy Saint-Hilaire.

Pour qu'une telle hypothèse paraisse vraisemblable, il faut se remémorer que Gœthe, malgré le libéralisme qu'il affichait volontiers, était le ministre très conservateur d'une principauté allemande. En parlant de Bentham à Frédéric Soret, il le qualifiait de : « *ce grand fou de radical* » et il ajoutait « nous sommes aux deux bouts de la « chaîne; lui veut tout abattre, moi je voudrais « tout conserver. »

A la lumière de telles tendances, examinons l'article écrit, déjà en 1786, par Gœthe mais publié seulement en 1817, sur l'existence d'un os intermaxillaire à la mâchoire supérieure de l'homme. Il dit au début de l'article : « Cette « question a acquis une grande importance parce « qu'on a voulu en faire le caractère distinctif « entre le singe et l'homme; on convenait de « son existence dans les quadrumanes, tandis « qu'on le niait dans l'espèce humaine. » Or, Gœthe démontre péremptoirement l'existence de cet os chez l'homme. Pensez-vous qu'il va en tirer la conclusion qu'il n'y a point de différence entre l'animal et l'homme? Pas du tout. Nulle part il ne fait la moindre allusion à une telle opinion, qui aurait certainement fait scandale dans son milieu.

L'article se termine par cette phrase fort anodine : « Puisse ce petit essai être agréable aux amis de l'histoire naturelle, me fournir l'occasion de me lier plus intimement avec eux et me faire faire de nouveaux progrès dans ces intéressantes études. »

Lorsqu'il a publié cet article, Gœthe a cru aussi avoir fait œuvre originale, mais Vesal, mort en 1564 et ses successeurs à Padoue et Albin, mort à Leyde en 1771, ont parlé de l'os intermaxillaire de l'homme; Winslow, Meckel et d'autres auraient confirmé cette observation.

En revanche, les auteurs allemands attribuent volontiers à Gœthe l'idée première que les os du crâne sont dérivés d'une série de vertèbres transformées. Cependant, là encore, Gœthe s'est laissé distancer dans la publication de cette théorie. C'est doublement regrettable, parce que c'est en 1790 déjà, en se promenant dans un cimetière du Lido, que cette idée lui vint en voyant un crâne de mouton partagé en deux. Et il en publia un exposé fort bien fait en 1824 seulement, dans sa morphologie.

Or, en 1807, Oken, de Jena, publia la même théorie mais avec beaucoup moins de clarté et avec le style désordonné qui lui est propre.

La priorité échappe donc à Gœthe, aussi bien pour l'os intermaxillaire de l'homme, que pour la théorie vertébrale du crâne. Nordenskïold, Disselhorst et d'autres en ont fait des démonstrations péremptoires.

Telles sont les constatations qu'on peut faire à propos des publications scientifiques de Gœthe.

Deuxième Partie

§ 1. — Il ne faudrait pas conclure de ce qui précède que Gœthe n'ait pas eu l'esprit scientifique. Mais, avec le détachement d'un grand seigneur, il s'est toujours considéré comme un amateur.

Arrivé à la fin de sa carrière et parlant de lui-même et de Rousseau, son maître en botanique, il écrivait ceci :

« Un amateur aime assez avoir pour maître un « autre amateur. L'enseignement est sans doute « moins substantiel, mais l'expérience prouve que « les amateurs contribuent beaucoup à l'avance« ment des sciences et cela se conçoit facilement. « Les gens du métier s'efforcent d'être complets « et d'étendre le cercle de leurs connaissances; « l'amateur, au contraire, cherche à gagner, à « l'aide de quelques faits isolés, un point culmi« nant d'où sa vue puisse embrasser, sinon la « totalité, du moins une portion de l'ensemble. »

Cette citation nous permet de constater également que Gœthe s'est intéressé avant tout aux questions théoriques. Quoique très bon observateur, un fait ne lui paraissait acquérir de la valeur que pour autant qu'il était rattaché à un ensemble et qu'on pouvait en tirer des conclusions générales. A ce propos, il a écrit cette phrase très caractéristique : « La seule observation d'un fait ne saurait nous faire progresser. Chaque observation entraîne une considération, chaque considération une réflexion, chaque réflexion une généralisation. Ainsi on peut dire que chaque regard attentif jeté sur le monde nous entraîne à faire des théories. » (Das blosse Anblicken einer Sache kann uns nicht fördern. Jedes Ansehen geht über in ein Betrachten, jedes Betrachten in ein Sinnen, jedes Sinnen in ein Verknüpfen und so kann man sagen, dass wir schon bei jedem aufmerksamen Blick in die Welt theoretisieren.)

On comprend donc facilement qu'une culture aussi vaste, alliée à une imagination aussi vive, l'ait entraîné à faire des théories innombrables dans tous les domaines. Il les soutenait avec une énergie parfois digne d'une meilleure cause, mais c'était toujours et exclusivement par amour de la vérité. S'il n'était pas insensible à l'approbation du public, en revanche rien n'était plus loin de son esprit que la hâte moderne de publier

des découvertes pour s'en attribuer la propriété. Les exemples cités tout à l'heure sont péremptoires à cet égard.

§ 2. — Une autre tendance très frappante chez Gœthe, c'est son désir de justifier les méthodes scientifiques. Nombreuses sont les digressions que l'on rencontre constamment dans ses publications où, à propos d'un détail, d'une observation ou de la carrière d'un savant, il s'efforce d'analyser les conditions d'une expérience bien faite, les erreurs qu'il faut éviter et les déficits inhérents à la nature humaine. C'est surtout dans son article de 1793 sur l'*expérience* que l'on constatera cette tendance. Mais elle se manifeste aussi dans presque tous ses ouvrages subséquents. Il est même très curieux de constater que ce grand constructeur de théories sait fort bien critiquer celles-ci : « Les théories », dit-il quelque part, « sont dues souvent à l'impatience d'un esprit qui remplace le phénomène par des images, des idées ou même seulement par des mots. » (Theorien sind gewöhnlich Uebereilungen eines ungeduldigen Verstandes, der an die Stelle des Phaenomens Bilder, Begriffe, ja oft nur Worte einschiebt.)

Dans ses écrits scientifiques, ces parties-là que l'on pourrait appeler la philosophie de la recherche scientifique, seront toujours relues avec fruit par les naturalistes de tous les temps.

Par exemple, s'il est peut-être exagéré de dire que Gœthe a fondé l'anatomie comparée, on peut affirmer cependant qu'il a été le premier à en formuler d'une manière magistrale le but et les méthodes.

C'est dans cette partie philosophique de son œuvre, que se dévoile aussi l'amour absolument désintéressé de Gœthe pour les sciences naturelles, cette passion de la recherche, source de joies profondes, chez tous ceux qui ont arraché — ou cru avoir arraché — à la nature une nouvelle parcelle de vérité. Cela, c'est la pierre de touche du véritable naturaliste, qu'il soit un amateur ou un professionnel.

Gœthe a magnifiquement exprimé ces sentiments lorsqu'il a écrit (je traduis de mon mieux) :

« Personne ne pourra nous priver de la joie d'une conception nouvelle, ou de ce qu'on appelle une découverte, mais ne comptons pas sur l'honneur qui en rejaillira sur nous, car, dans la plupart des cas, nous ne sommes pas les premiers. » (Die Freude des ersten Gewahrwerdens, des sogenanten Entdeckens, kann uns niemand nehmen. Verlangen wir aber auch Ehre davon, die kann uns sehr verkümmert werden; denn wir sind meistens nicht die ersten.)

Cette considération un peu mélancolique ne doit cependant pas nous détourner de la science. Rien ne saurait nous en détourner! C'est la conviction de Gœthe, que l'on ferait bien de méditer encore aujourd'hui; elle lui a inspiré ce cri du cœur : « Nous devons croire que l'incompréhensible peut être compris, sinon à quoi bon la recherche? (Der Mensch muss dei dem Glauben verharren, dass das Unbegreifliche begreiflich sei, er würde sonst nicht forschen?)

Conclusion

De ces quelques considérations bien écourtées et bien fragmentaires, il serait beaucoup trop présomptueux de tirer une conclusion. Mais puisque notre Président m'a ordonné de dire ce que je pensais, j'ose espérer qu'on me pardonnera. Je me permets d'exprimer ce qui n'est pas même une opinion, mais seulement le sentiment qu'a fait naître en moi la lecture récente des travaux scientifiques de Gœthe.

Ce sentiment, c'est qu'il est impossible de séparer l'écrivain du savant et de l'homme. Gœthe, c'est un être unique, un être vivant, étonnamment vivant, c'est un génie des lettres, de l'expression, du verbe, à quelque sujet qu'il s'applique. Par conséquent, il ne serait peut-être pas judicieux de le considérer comme un homme de science.

Ses travaux scientifiques, certainement très honorables pour un homme ordinaire, semblent ne pas pouvoir contribuer au même titre que ses productions littéraires à assurer sa gloire, à laquelle les hommes de lettres du monde entier apportent actuellement un hommage mérité.

B. P. G. Hochreutiner,
Directeur des Musée et Jardin botaniques
de la ville de Genève.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Dantzig (Tobias). — **Le Nombre, Langage de la Science.** *Traduit de l'anglais par le* Colonel Georges Cros. — *1 vol. in-8° de 250 pages. Payot, Paris.*

Doit-on appeler culture le savoir puisé uniquement dans les manuels qui se bornent (d'ailleurs à juste titre) à exposer d'une façon systématique et logique les résultats acquis dans une branche quelconque de la connaissance, entraînant la conviction que les découvertes se sont succédé dans cet ordre si naturel qu'il en paraît obligatoire? Cette conception est cependant radicalement fausse en général. L'exemple des mathématiques est à cet égard tout à fait caractéristique. Leur construction purement logique, à l'abri de toute imperfection de nos sens, semble-t-il, n'en a pas moins suivi une marche hésitante, incertaine, désordonnée. Et en l'étudiant, on s'aperçoit que l'intuition a joué un rôle prépondérant dans ce domaine, qui semble *a priori* soustrait à son action.

« La mission de l'intuition a été de créer des formes nouvelles; il appartenait à la logique d'accepter ou de rejeter ces formes, *à la création desquelles elle n'avait pris aucune part;* mais les décisions du juge ont été lentes à venir et, de toute façon, il a bien fallu que les enfants vivent; en attendant que la logique eût consacré leur existence ils croissaient et multipliaient. » Ainsi s'exprime le savant professeur à l'Université de Maryland, M. Tobias Dantzig qui s'est proposé, dans l'ouvrage analysé, de présenter l'évolution du concept du nombre comme une histoire profondément humaine. Et quelle passionnante histoire! Que de siècles n'a-t-il pas fallu pour éclaircir et mettre au point des notions qui nous sont aujourd'hui si familières et nous paraissent si naturelles? Les quatre ou cinq premiers chapitres du livre, que tout le monde peut lire, même sans grande instruction mathématique, le montrent bien, et notamment le 2e chapitre intitulé « la colonne vide; le zéro ».

Bien que l'auteur se soit interdit d'employer « l'appareil compliqué des mathématiques » les chapitres suivants ne sont accessibles qu'aux personnes qui ont des notions suffisantes d'analyse. Mais ils les feront profondément réfléchir et nulle histoire n'ouvre d'horizons plus étendus sur la faiblesse et la grandeur de l'esprit humain; nulle par conséquent n'est plus propre à développer la culture générale.

Du zéro aux nombres transfinis, en passant par les irrationnelles, les transcendantes, les nombres algébriques, les nombres réels et les nombres complexes, que de chemin parcouru! Mais dès qu'un pas en avant est fait, une nouvelle difficulté se présente qui risque d'empêcher tout nouveau progrès pendant quelques années... ou quelques siècles. Il ne s'agit cependant parfois que d'une simple affaire de notation ou d'une expression impropre qui prête à équivoque, que l'on comprend mal, et ceci montre l'importance qu'il y a pour le savant à forger les expressions dont il a besoin, en évitant de les emprunter au langage vulgaire.

L'aventure la plus surprenante peut-être est celle de ces impénitents bâtisseurs de constructions jugées chimériques qui, sans se laisser arrêter par l'impossibilité où ils se trouvent de justifier les principes adoptés, ne se lassent pas de jongler avec des symboles qui paraissent longtemps vides de tout contenu, jusqu'au jour où on s'aperçoit que ces utopistes ont établi des méthodes nouvelles susceptibles de rendre les plus grands services aux sciences expérimentales et dont certains techniciens font bientôt un emploi journalier. Mais le mathématicien se soucie peu de ces contingences, il continue à édifier des théories sans s'occuper de leur avenir, et les philosophes ne cessent de contester la légitimité des principes pour demander, au nom de la réalité, la suppression de méthodes qui se sont montrées parfois si utiles et si fécondes. Mais qu'est-ce que la réalité? Y a-t-il d'autre réalité que la réalité subjective et en quoi consiste cette dernière? Si la réalité objective existe, n'est-elle pas inséparable du nombre? Enfin « la réalité d'aujourd'hui n'était hier qu'illusion ».

L'histoire des luttes engagées depuis Zénon et qui durent encore au sujet du concept de l'infini et de la légitimité de son emploi, forme la partie essentielle de l'ouvrage de M. Dantzig car au fond, toute la question est là; question de vie ou de mort pour la plupart des théories mathématiques. Le long et âpre combat que Cantor a eu à soutenir pour faire admettre, et non sans réserve, ses idées, prouve « que dans un domaine aussi abstrait les passions humaines ne disparaissent jamais complètement ». Pas plus dans ce domaine du nombre pur que dans ceux des sciences expérimentales, il n'y aura jamais de théorie définitive, non sujette à révision. A cause des difficultés attachées au choix et à la justification des principes, la mathématique n'atteindra jamais cette perfection qu'on lui attribue volontiers, et qui lui ferait courir le danger de rester un jour figée dans l'immobilité hiératique d'une langue morte; c'est, heureusement pour elle et pour nous, et nous devons nous en féliciter, une œuvre humaine, une œuvre qui vit et qui vivra, tant qu'il y aura des hommes.

L'ouvrage est correctement et élégamment traduit, et édité avec soin dans la collection « Bibliothèque scientifique » de la Librairie Payot, qui contient déjà tant d'exposés remarquables et d'ouvrages de fond, rapidement devenus classiques. P.-J. R.

***

Julia (Gaston). — **Principes géométriques d'Analyse.** *Fascicule XI des* Cahiers scientifiques. — *1 vol. de* 120 *pages, Gauthier-Villars, éditeur, Paris,* 1932 (*Prix : relié,* 40 *francs*).

Le présent volume continue l'essai de coordination entrepris dans les *Principes géométriques d'analyse* (1re partie) qui a déjà paru dans la collection des Cahiers scientifiques, publiés sous la direction de M. Gaston Julia et dont un compte rendu a été donné dans nos colonnes.

Cette deuxième partie a fait l'objet du cours professé à la Sorbonne par l'auteur en mars-juin 1930, et il comprend en premier lieu le principe fondamental appelé « Principe du module maximum », ses généralisations et extensions, ses transformations nombreuses et fécondes auxquelles les géomètres attachent le nom de M. Lindelöf.

Le chapitre I expose ce principe et les extensions données par MM. Phragmen et Lindelöf dans un Mémoire des *Acta Mathematica*.

L'auteur a rattaché à ce principe un lemme de M. Carleman sur lequel il a insisté en en élargissant la portée et en reprenant d'une façon générale la question suivante : « Connaissant sur deux parties complémentaires de la frontière d'un domaine D deux bornes supérieures d'une fonction analytique ou harmonique d'un point z de D, trouver une majorante de cette fonction valable dans tout D, ne dépendant que des constantes précédentes et d'éléments géométriques très simples. »

L'auteur a incorporé au chapitre II quelques résultats et indiqué les liens de ses recherches avec le lemme de M. Carleman et le théorème des deux constantes de MM. Nevanlinna et Ostrowski.

Après un exposé élémentaire des propriétés de la fonction modulaire, le chapitre IV expose le beau développement donné par M. Lindelöf au principe du module maximum et au lemme de Schwarz avec quelques-unes des applications, aujourd'hui classiques, de cette méthode.

L'exposé du travail de M. Lindelöf s'écarte quelfois un peu de celui de M. Julia; en particulier l'auteur a essayé de préciser, outre les notions de surfaces de Riemann contenues l'une dans l'autre, celle surtout de surfaces de Riemann portée l'une par l'autre, parce qu'elle est la base topologique des travaux de M. Lindelöf et de M. Littlewood comme dans son expression là plus simple elle l'est déjà du lemme de Schwarz.

On sait (conférer 1re partie, chapitre V) que les théorèmes sur les maxima des modules des fonctions holomorphes apparaissent souvent comme cas limite de propositions correspondant sur les moyennes de ces modules. M. Julia expose ici les principes du développement que M. Littlewood a donné à la méthode de M. Lindelöf, d'une part en insistant sur les notions des fonctions subordonnées l'une à l'autre, notions corrélatives de celle des surfaces de Riemann portées l'une par l'autre, et d'autre part, en substituant l'idée d'une moyenne à celle d'un maximum.

A cet exposé a été joint celui des propriétés élémentaires des fonctions subharmoniques.

Dans un cours comme celui qui vient d'être résumé on ne peut être complet si l'on veut qu'il reste aux auditeurs quelques idées générales très simples autour desquelles s'agrègent rationnellement les théorèmes, M. Julia s'est efforcé de mettre en évidence ces idées générales sans chercher à nous en donner toutes les conséquences.

M. André Magnier, alors élève à l'Ecole Normale Supérieure, s'est livré à un travail considérable pour donner à ces leçons, dont certaines furent présentées aux auditeurs de façon fragmentaire ou succincte, la forme définitive sous laquelle elles paraissent aujourd'hui.

L. Potin.

2° Sciences physiques.

Marcelin (André). — **Solutions superficielles. Fluides à deux dimensions et Stratifications moléculaires.** — *1 vol. in-8° de* 163 *p. édité aux Presses Universitaires de France. Paris,* 1932 (*Prix* : 80 *francs*).

Ce volume est le vingtième de la Collection des Conférences-Rapports sur la Physique. Il traite d'une question qui a pris une importance croissante depuis les développements récents de la Physique moléculaire, celle des couches monomoléculaires à la surface des liquides ou des solides, et des innombrables problèmes théoriques et pratiques qui en relèvent. C'est à Lord Rayleigh qu'il faut faire remonter l'origine des recherches systématiques sur cette question. Mais elle doit une grande partie de son développement aux travaux effectués en France par M. Devaux et par ses continuateurs, parmi lesquels il convient surtout de citer M. Labrouste[1] et M. André Marcelin, l'auteur même du présent ouvrage. Enfin il est juste de ne pas oublier le nom de Langmuir parmi ceux des physiciens qui ont le plus contribué à éclaircir nos idées sur ce sujet.

L'exposé de M. Marcelin nous donne une idée à la fois complète et correcte des travaux expérimentaux et théoriques effectués dans ce domaine. Ses propres expériences sur l'extension indéfinie des couches monomoléculaires à la surface des liquides et sur l'application des lois des gaz aux solutions superficielles y jouent naturellement un rôle important, et leur description est accompagnée de discussions intéressantes sur l'interprétation théorique des faits observés.

Les derniers chapitres traitent de certains problèmes annexes dont l'intérêt n'est pas moindre. Citons, entre autres, l'étude de l'influence des couches monomoléculaires dans l'effet Volta (travaux de M. Guyot), celle de la mouillabilité des solides (Devaux), celle des stratifications colorées des lames de savon ou de mica (Jean Perrin). Les reproductions en couleurs

1. Dont le nom est, je ne sais pourquoi, orthographié Labroust tout au long du présent ouvrage.

de certaines stratifications de lames minces observées au microscope enchanteront le lecteur qui n'aura pas eu l'occasion de voir les phénomènes eux-mêmes, d'un éclat si surprenant.

La lecture du travail de M. Marcelin, outre son intérêt propre donnera aux physiciens l'impression réconfortante d'une série de recherches en plein développement, et sera de la plus grande utilité à tous ceux que préoccupent les problèmes de structure et d'orientation moléculaire.

Eugène Bloch.

***

Gruber (O. V.). — **Cours de photogrammétrie aérienne et terrestre.** — *Traduction française de* M. Ansermet. — 1 *vol. gr. in-8° de* 420 *p. avec* 353 *figures et* 1 *carte. Editions* La Concorde. *Lausanne* 1931 (*Prix : relié*, 185 *francs*).

Le célèbre Beautemps-Beaupré, « le père des topographes », faisait l'usage le plus ingénieux des vues pittoresques sur lesquelles il inscrivait les angles mesurés avec le cercle à réflexion ou le théodolite, et il utilisait ainsi deux vues prises de stations différentes pour construire le plan.

A partir de 1847, Laussedat entreprit de perfectionner la méthode de Beautemps-Beaupré, en faisant usage des perspectives obtenues par une chambre claire; enfin en 1858 il fit établir par Brunner un appareil de photographie qui est le prototype de nos photothéodolites actuels.

Il est donc incontestable que le Colonel Laussedat est bien le créateur de la photogrammétrie, ou de la métrophotographie suivant le terme allemand.

A la veille de la guerre, malgré les beaux travaux auxquels elle avait donné lieu, la photogrammétrie n'était guère connue en France, et le magnifique article de M. Corbin, paru dans le numéro du 30 mars 1914 de la *Revue Générale des Sciences*, fut pour beaucoup, une révélation des possibilités offertes par la photographie pour les levés topographiques.

Depuis, grâce à quelques hommes, la France tend à reprendre son rang et chacun connaît l'œuvre réalisée par M. Roussilhe dans les régions libérées.

On s'intéresse, en effet, de plus en plus, dans notre pays, à cette science française qui a donné lieu à l'étranger à tant d'applications.

Aussi le 3e Congrès de Zurich de 1930 a été un succès relatif pour la participation française. Souhaitons donc que le prochain congrès qui se tiendra à Paris en 1934 soit l'occasion d'une manifestation réussie de ce que sera enfin devenue chez nous la photogrammétrie que l'on peut s'étonner à bon droit de ne pas voir encore enseignée, dans nos grandes écoles d'application tout au moins.

Des cours de photogrammétrie ont été institués à Iéna dès 1909 par Carl Pulfrich. Cinq cours successifs de 1909 à 1913 ont de la sorte permis à un nombreux auditoire allemand et étranger de se familiariser avec la méthode stéréophotogrammétrique.

Le professeur Gruber a pris l'initiative après l'interruption due à la guerre de réorganiser ces cours. Le présent volume contient la matière enseignée dans le 6e cours (1929) complété d'ailleurs par quelques chapitres additionnels.

Les ouvrages français, même les plus récents consacrés à la matière, sont réservés soit à la photogrammétrie terrestre, dont le rôle est de plus en plus effacé, soit à la méthode d'aérorestitution, connue sous le nom de redressement et le besoin existait vraiment d'un ouvrage exposant d'une façon suffisamment complète l'état de la science photogrammétrique ou stéréophotogrammétrique.

L'auteur a étudié la photogrammétrie en tant qu'auxiliaire de la topographie; il a exposé d'une façon claire et bien enchaînée les principes, les méthodes et les instruments de la phototopographie et a donné un exposé des possibilités d'utilisation des divers instruments et des diverses méthodes. Un certain nombre de chapitres du volume ont été consacrés à des sujets spéciaux : matériel de prises de vues, évolution des appareils; objectifs, obturateurs, émulsions.

S'affranchissant de certaines théories plus ou moins abstraites (celle de Sturm) relatives à la détermination des points nucléaux l'auteur insiste sur le rôle du point focal (centre d'homologie) du cliché et de la carte rabattus l'un sur l'autre puis sur celui des éléments nucléaux.

L'équation des conditions de l'orientation relative est obtenue en projetant les points homologues sur un plan de référence et non en calculant la plus courte distance de deux rayons homologues.

Il faut enfin attirer l'attention sur les travaux du professeur Gruber sur l'aérotriangulation : de belles perspectives d'avenir s'ouvrent dans ce domaine.

Les principaux chapitres de l'ouvrage sont les suivants : Bases géométriques de la photogrammétrie; restitution des détails dans un cliché photographique; levers terrestres; développement de la photogrammétrie au point de vue des inventions et spécialement en ce qui concerne les appareils de restitution des stéréogrammes; mesures et vision stéréoscopiques, appareils de restitution automatique; méthodes de travail et leurs effets; rendement des opérations photogrammétriques au point de vue de la précision des levers spécialement en ce qui concerne le domaine de l'ingénieur consrtucteur.

Ce volume complète les ouvrages français de M. Roussilhe et du Commandant Ollivier et il est à signaler aux ingénieurs qu'intéresse cette science qui n'a pas encore laissé voir toutes ses possibilités.

L. Potin.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Communications principales du 1er *trimestre* 1932.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **K. Przibram** : *Sur une règle empirique dans le comportement de quelques corps plastiques vis-à-vis de la pression.* L'auteur montre que, pour certaines substances plastiques : sel gemme, cuivre, et plomb à un moindre degré, il existe un domaine de pressions p et de degré d'aplatissement x_0/d (x_0, épaisseur primitive; d, largeur) à l'intérieur duquel la diminution d'épaisseur pour cent $s = (x_0 - x)\, x_0$ de la matière essayée peut être représentée en fonction de la pression et du degré d'aplatissement par la formule monoparamétrique :

$$s = \frac{b \frac{x_0}{d} p}{1 + b \frac{x_0}{d} p}.$$

Pour de plus faibles degrés d'aplatissement, on observe pour le cuivre et le plomb au-dessus d'une certaine pression la proportionnalité entre la diminution d'épaisseur et la pression.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **R. Sandri** : *Sur la diffusion et le passage des gaz dans les liquides.* II. *Diffusion de l'hydrogène par des membranes colloïdes et liquides.* On remplit un tube étroit d'un gaz autre que l'air, et on le sépare de l'atmosphère extérieure d'un côté par une longue goutte d'eau, de l'autre par une membrane mince : par suite de la diffusion gazeuse à travers la membrane, la goutte se déplace vers l'intérieur ou l'extérieur. L'étude de ce phénomène permet de vérifier si la théorie de la diffusion de Ficke et la loi d'absorption de Henry sont applicables à la solution des gaz dans la substance de la membrane. La théorie semble à peu près confirmée par les essais avec le gaz hydrogène et des membranes en gomme tendre. La même théorie rend compte également des variations de grosseur des bulles de savon remplies de gaz, par suite de la diffusion des gaz à travers la membrane de savon. — MM. **G. Kirsch** et **F. Rieder** : *Sur les lieux de résonance du noyau du béryllium.* Les auteurs ont étudié le rayonnement secondaire émis par le béryllium sous l'influence de rayons α très pénétrants. Ils montrent que celui-ci comprend plusieurs composantes de dureté différente, correspondant à des particules α de trajectoire restante différente, égales à 37, 27 et 15 mm., agissant sur des points de résonance différents du noyau du béryllium. — MM. **A. Dadieu**, **K. W. F. Kohlrausch** et **A. Pongratz** : *Etudes sur l'effet Raman.* XVIII : *Le spectre Raman des substances organiques.* Les auteurs ont étudié des dérivés du benzène plusieurs fois substitués, soit les six isomères de la xylidine et du xylénol. Le remplacement de NH^2 par OH ne fait pas varier beaucoup le type spectral, qui dépend surtout de la position du substituant. Relativement à cette dernière, on peut distinguer trois groupes : 1° la position symétrique 1 : 3 : 5; 2° la position voisine 1 : 2 : 6 et 1 : 2 . 3; 3° la position asymétrique 1 : 3 : 4, 1 : 2 : 5 et 1 : 2 : 4. — MM. **L. Schmid** et **R. Falke** : *Action du tritylate de sodium sur l'inuline dans l'ammoniac liquide.* Au cours de cette réaction il se forme avec un bon rendement du p-benzhydryltétraphénylméthane $(C^6H^5)^2CH.C^6H^4.C(C^6H^5)^3$, F. 226°-227°. Ce corps ne se forme pas en l'absence d'inuline. — MM. **E. Spæth** et **O. Hromatka** : *Sur la déshydratation de la sapogénine. Constitution et synthèse de la sapotaline.* La déshydratation de la sapogénine de *Gypsophila* fournit, à côté de la sapotaline déjà connue, plusieurs hydrocarbures à haut point d'ébullition non encore signalés. On sait que la sapotaline est un triméthylnaphtalène. Les auteurs montrent, par la synthèse, qu'il s'agit de l'isomère 1 : 2 : 7. — MM. **L. Schmid** et **W. Rumpel** : *Constitution de la matière colorante des fleurs de lin vulgaire.* Celle-ci est le glucoside d'un hexose et d'un méthylpentose avec une molécule $C^{17}H^{14}O^6$, qui n'est autre qu'un éther diméthylique de la scutellaréine avec les deux méthyles en 4 et 6'. — MM. **L. Schmid** et **E. Kotter** : *Etude chimique des fleurs de* Flores verbasci. Le pigment de ces fleurs est un glucoside de l'α-crocétine. Il est accompagné d'une substance incolore, F. 124°, de formule $C^{14}H^{28}(COOH)^2$, qui paraît identique à un acide isolé des racines de *Thapsia*.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **H. Tollner** : *Recherches sur la répartition de la température dans la ville de Vienne pendant l'été de 1931.* En faisant abstraction des variations locales, la température augmente en général des faubourgs vers la ville intérieure. La différence peut aller dans les journées où l'air est assez tranquille jusqu'à 3°,5. Les points les plus frais de Vienne, l'après-midi, sont les petites ruelles, bordées de hautes maisons, de la ville intérieure. Leur température, par rapport à celle des rues voisines de moyenne largeur, est de 4°, dans les cas extrêmes de 6° plus basse. Les parcs, jardins, cimetières et surfaces libres abaissent la température des environs d'une quantité allant jusqu'à 2°,5. Quand l'air est en mouvement, les différences entre les diverses parties de la ville sont moindres; cependant, elles peuvent atteindre encore 1°,5 à 2°. — M. **F. Fuhrmann** : *Etudes sur la biochimie des bactéries lumineuses.* I. *Influence des chlorures et bromures de sodium et de potassium sur la production de lumière par le* Photobacillus radians. Pour un même cation Na°, l'action des anions Cl' et Br' est à ce point différente qu'ils ne peuvent être remplacés l'un par l'autre en solution isotonique. De même, le cation K° agit autrement que Na° sur le processus lumineux. Une luminosité plus forte ne coïncide pas toujours avec une plus grande multiplication des cellules. — M. **F. Lippay** : *Recherches sur les contractures des muscles du squelette en l'absence de formation d'acide lactique.* Dans la contracture des muscles striés, il se forme de grandes quantités d'acide lactique. Comme cet acide, mis au contact du muscle, pro-

duit lui-même des contractures, on admet généralement qu'il est toujours la cause de ces dernières. Mais Lundsgaard a montré récemment qu'on peut empêcher la formation d'acide lactique dans le muscle par intoxication avec l'acide monoiodacétique; or les muscles ainsi intoxiqués présentent néanmoins des convulsions et du tétanos. L'auteur a repris l'étude des formes les plus importantes de raidissement des muscles intoxiqués par l'acide monoiodacétique Les contractures par le chloroforme et par la chaleur se produisent également en l'absence de formation d'acide lactique. Les contractures des muscles intoxiqués sont cependant différentes de celles des muscles non intoxiqués : moindre pour les muscles chloroformés, plus grande pour les muscles soumis à l'action de la chaleur. La formation d'acide lactique n'est donc pas la cause des contractures, mais elle peut en influencer la nature : favorisant la contraction par le chloroforme, inhibant celle par la chaleur. — MM. **M. Gusinde** et **V. Lebzelter** : *Somatologie des Indiens de la Terre de Feu.* Les natifs de la Terre de Feu forment trois branches distinctes : les Selk'nam (Ona) de la grande île, les Yamana (Yahgan) de l'archipel du Cap Horn et les Halakwulup (Alakaluf) des îles de la Patagonie occidentale. Il y a 60 ans, on aurait compté environ 4.000 Selk'nam, 3.000 Yamana et 5.000 Halakwulup ; aujourd'hui, il ne reste plus que 80, 50 et 160 survivants de race pure des trois groupes. D'après leur mode de vie et leur forme d'économie, les Yamana et les Halakwulup sont des nomades aquatiques, et les Selk'nam des nomades chasseurs inférieurs. Le domaine d'habitat de chacune de ces branches est bien distinct géographiquement, et leur mélange est très rare. Les auteurs donnent les caractéristiques anthropologiques des trois groupes d'après de nombreuses mensurations. — M. **V. Lebzelter** : *Etude de la croissance individuelle dans le groupe racial des Koisan.* L'auteur confirme la conclusion de L. Schultze que les Buschman et les Hottentots appartiennent au même groupe racial, qu'il désigne sous le nom de « Koisan ». Dans ce groupe, il a observé à l'âge préscolaire un excès marqué de filles, qui passe à un excès marqué de garçons à l'âge scolaire ; ceci tient à une mortalité beaucoup plus forte des filles par malaria. Entre 11 et 14 ans, à la place du « second allongement » auquel on pouvait s'attendre chez les deux sexes, l'auteur a observé une stagnation marquée de la croissance, qui est compensée à l'époque de la puberté par une croissance rapide. Cela peut indiquer un état primitif, car il est très probable que la croissance prolongée avant la puberté est un phénomène de domestication continue. Mais ce fait peut tenir aussi à un état de sous-alimentation, en particulier en vitamines, car les Buschman paraissent avoir un plus grand besoin de vitamines que les Bantou et les Européens. — M. **E. Geyer** : *Résultats anthropologiques d'une mission en Laponie en* 1913-1914. Les résultats obtenus par l'auteur montrent en particulier l'existence de rapports étroits entre les Lapons et les peuples asiatiques, en particulier nord-sibériens, rapports qui ont été mis en doute récemment.

L. B.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Communications du 1er semestre 1932.

M. **F. Maignon** : *Effets comparatifs de l'électrolyse sur les solutions de diastases et de protéines inactives.* Alors que 4 à 5 heures d'électrolyse, à l'aide d'un courant de 110 volts suffisent pour obtenir la déminéralisation complète et définitive d'une protéine inactive (ovoalbumine, protéines du sérum), il faut 4 à 5 jours pour arriver au même résultat, lorsqu'il s'agit d'une diastase (diastase du suc pancréatique, amylase de l'orge germé). — M. **A. Rudeanu**: *Modifications des chronaxies motrices périphériques sous l'influence du chlorure d'éthyle en anesthésie générale. Relation avec la coordination des mouvements.* Le chlorure d'éthyle agit comme d'autres anesthésiques en ramenant à 1 le rapport des chronaxies des antagonistes. Les variations de ce rapport sont extrêmement rapides, pouvant passer de un à deux, en une à deux minutes ; la coordination des mouvements suit non moins rapidement ces variations. Enfin les expériences résumées, généralisent le fait déjà observé, de la nécessité d'un rapport (en général de 1 à 2) entre les chronaxies des antagonistes pour toute coordination. — MM. **F. Arloing**, **A. Morel**, **A. Josserand** et **A. Badinand** : *Propriétés antitumorales d'extraits de surrénales vis-à-vis de l'épithélioma de la Souris blanche.* Par des opérations d'adsorption et d'élution, on peut mettre en évidence dans les extraits de surrénales de veau normal des propriétés frénatrices de l'épithélioma expérimental de la Souris blanche. Ces propriétés s'observent surtout : 1° si l'on choisit des glandes aussi fraîches et aussi normales que possible ; 2° si l'on s'adresse à la zone réticulée ; 3° si les tumeurs traitées n'ont pas atteint de trop grandes dimensions lors du début du traitement ; 4° enfin il importe que la tumeur résultant de la greffe ne se subdivise pas en îlots secondaires car ces îlots ne paraissent pas être modifiés par le traitement. — M. **Alexandre Lipschütz** : *Phase folliculaire ovarienne et phase vaginale œstrale.* Dans 10 expériences dans lesquelles l'administration de la préhypophyse de la Rate ou du Cobaye provoqua la maturation sexuelle précoce de la Rate infantile, avec prolifération et kératinisation de la muqueuse vaginale, aucune réaction ovarienne n'a pu être décelée au niveau des follicules. Cela laisse supposer que ce n'est pas le développement folliculaire comme tel qui déterminerait le développement œstral du tractus génital, mais que plutôt d'autres transformations ovariennes ou folliculaires encore à définir en sont responsables. — M. **H. Goldie** : *Les hémolysines non spécifiques et les filtrats microbiens.* Les autolysats d'organes du Cobaye possèdent un pouvoir hémolytique vis-à-vis des globules de Mouton. Ce pouvoir peut disparaître lorsqu'on ajoute à ces autolysats des filtrats bactériens. Mais il y a des filtrats qui se fixent toujours sur certains extraits d'organes et empêchent l'action hémolytique de ces derniers. Tout porte à croire qu'on est en présence d'une affinité spéciale des substances bactériennes pour certains organes. — M. **C. Levaditi**, **J. Auclair** et **A. Vaisman** : *Influence de la pyrétothérapie (ondes courtes) sur l'évolution de l'infection récurrentielle du Rat.* La pyrétothérapie artificielle provoquée par les ondes

courtes ne paraît influencer l'évolution de la fièvre récurrente (*Spirocheata duttoni*, souche Brazzaville) chez le Rat et la Souris. Un grand nombre d'accès fébriles (de 11 à 13) ne réussissent pas à déterminer la destruction de la phase infravisible du virus récurrentiel contenu dans le névraxe des Rats contaminés par le *Sp. duttoni*. — MM. **C. Levaditi**, **P. Lépine** et Mlle **R. Schoen** : *Etude pathogénique expérimentale de la parasyphilis.* Les Singes ne réagissent d'aucune manière à l'égard du virus syphilitique vivant et virulent administré par voie intranévraxique. Donc, non seulement l'encéphale du Singe ne se prête pas à la culture *in situ* du virus syphilitique, mais il semble que chez les Simiens, le système nerveux central annihile intégralement l'activité pathogène du virus syphilitique et s'oppose à ce qu'il envahisse le système lymphatique ; le névraxe normal oppose une barrière infranchissable à la pullulation locale des souches dermotropes de virus syphilitique. — M. **J. de Beaumont** : *Le déterminisme des différences sexuelles prépubérales chez les Urodèles.* Une série d'expériences de castrations et de greffes de gonades hétérologues chez des *Tritons cristatus* impubères, a montré que, comme les caractères post-pubéraux, les caractères prépubéraux sont sous la dépendance des hormones sexuelles. Ces différences prépubérales étant d'ordre anatomique ne peuvent une fois établies, se modifier par castration chez l'adulte. Il faut noter aussi que les caractères qui ne se sont pas développés avant la puberté chez la femelle grâce à l'action inhibitrice de l'ovaire ne se forment pas chez la femelle adulte après castration. — MM. **A. Tournade** et **J. Malméjac** : *Sur la présence de fibres adrénalino-sécrétoires dans la chaîne sympathique.* Les fibres adrénalino-sécrétoires descendent du bulbe dans la moelle, et on les retrouve dans le tronc du grand et du petit splanchnique. Ces constatations impliquent que ces fibres doivent passer par la chaîne sympathique thoracique inférieure. C'est bien ce que confirment des expériences réalisées sur un couple de Chiens reliés par une anastomose veineuse surrénalo jugulaire. — MM. **M. Ota** et **S. Sato** : *Reproduction de la lèpre chez les Rats blancs par l'inoculation de lépromes en émulsion.* — M. **E. Lagrange** : *Sur l'action à distance exercée par certains Colibacilles.*

MM. **F. Maignon** et **D. Croizé** : *Les modifications du pH interviennent-elles dans la perte d'activité des solutions de diastases soumises à l'électrolyse prolongée ?* La perte d'activité des solutions diastasiques soumises à l'électrolyse prolongée, à l'aide d'un courant de 110 volts, n'est pas due, tout au moins en ce qui concerne la trypsine, aux modifications de *p*H survenues aux électrodes. Comme elle n'est pas davantage imputable aux produits de formation secondaire (acide hypochloreux, acide persulfurique), il est logique de l'attribuer à la dissociation complète et définitive du complexe diastasique organo-minéral. — MM. **F. Benoit** et **N. Kossovitch** : *Les groupes sanguins chez les Berbérophones (île de Djerba, Hoggar, Maroc).* Au point de vue anthropométrique : taille, indice céphalique et indice nasal, les Touareg, les Djerbiens et les Marocains appartiennent à des variétés ethniques différentes. Au point de vue des groupes sanguins ces trois peuples par leur groupe A assez élevé, par leur groupe B assez bas et par leur indice sont très proches des peuples européens ou intermédiaires, et ils diffèrent des autres peuples de l'Afrique. Il est possible que la différence qui existe à ce point de vue entre les Berbères du Maroc et les Touareg puisse être expliquée par le fait que les Berbères se sont mélangés avec les Arabes et les Israélites, tandis que les Touareg nobles, sont restés sans mélange avec les autres peuples africains. — M. **A. Krontonwski**, Mmes **M.-C. Jazimirska-Krontowska** et **H.-P. Sawitzka** : *Action de l'acide monobromacétique et de l'acide monoiodacétique sur le métabolisme des cellules et sur la croissance* in vitro *et* in vivo *des tissus normaux et des tumeurs.* Les acides monobromacétique et monoiodacétique influencent gravement la dynamique chimique des cultures de différents tissus, en entravant ou même en arrêtant complètement la consommation de sucre et la production d'acide lactique, et ceci même à des concentrations très faibles (1 p. 100.000). Si les processus de glycolyse sont très affaiblis ou tout à fait arrêtés les tissus perdent leur activité vitale et ne croissent ni *in vitro* (cultures), ni *in vivo* (inoculation aux animaux). Le tissu du sarcome s'est montré, en comparaison du tissu normal embryonnaire, plus sensible à l'action de l'acide monobromacétique et perdait sa faculté de croître sous l'influence de concentrations moindres que les tissus normaux. — M. **A. Krontowski** : *Recherches sur l'inhibition des processus glycolytiques dans les cultures de tissus.* — MM. **H. Simonnet**, **André Busson** et Mlle **L. Asselin** : *Sur la répartition de la vitamine A dans l'organisme animal normal.* Chez le Chien, le cerveau et la graisse de couverture ne contiennent pas de facteur A ; le poumon peut en contenir une certaine quantité. Le foie et le rein contiennent de la vitamine A en quantité comparable et ils en sont beaucoup plus riches que les autres organes. Le foie peut pourtant être considéré comme étant l'organe fixant le plus de vitamine A et le plus sensible aux variations dues à l'introduction du carotène dans l'organisme. Les auteurs proposent donc de prendre le foie comme témoin des variations de la teneur de l'organisme en vitamine A. — M. **P.-F. Milovidof** : *La réaction nucléaire chez quelques végétaux inférieurs.* Les végétaux inférieurs contiennent de l'acide thymonucléique, tout comme les noyaux des végétaux supérieurs. La méthode de Feulgen permet de constater également que les satellites des chromosomes en contiennent également. Par contre, les chondriosomes n'en contiennent jamais.

Le Gérant : **Gaston Doin**.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. —7-32.